Princípios de Tecnologia Industrial

Monica Beltrami

Gismar Schilive de Souza

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ
Educação a Distância

Curitiba-PR
2012

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação a Distância

© 2012 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - PARANÁ - EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Este Caderno foi elaborado pelo Instituto Federal do Paraná para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil.

Prof. Irineu Mario Colombo
Reitor

Profª. Mara Christina Vilas Boas
Chefe de Gabinete

Prof. Ezequiel Westphal
Pró-Reitoria de Ensino - PROENS

Prof. Gilmar José Ferreira dos Santos
Pró-Reitoria de Administração - PROAD

Prof. Paulo Tetuo Yamamoto
Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa e Inovação - PROEPI

Neide Alves
Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e Assuntos Estudantis - PROGEPE

Prof. Carlos Alberto de Ávila
Pró-reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional - PROPLADI

Prof. José Carlos Ciccarino
Diretor Geral de Educação a Distância

Prof. Ricardo Herrera
Diretor de Planejamento e Administração EaD - IFPR

Profª Mércia Freire Rocha Cordeiro Machado
Diretora de Ensino de Educação a Distância

Profª Cristina Maria Ayroza
Coordenadora Pedagógica de Educação a Distância

Profª Monica Beltrami
Coordenadora do Curso

Prof. Sergio Silveira de Barros
Vice-coordenador do curso

Adriana Valore de Sousa Belo
Cassiano Luiz Gonzaga da Silva
Denise Glovaski Faria Souto
Rafaela Aline Varella
Assistência Pedagógica

Profª Ester dos Santos Oliveira
Profª Maria Angela Mattos
Lídia Emi Ogura Fujikawa
Revisão Editorial

Diogo Araujo
Diagramação

e-Tec/MEC
Projeto Gráfico

Catalogação na fonte pela Biblioteca do Instituto Federal do Paraná

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br

Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.

Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.

Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou "curiosidades" e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.

Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.

Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.

Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.

Sumário

Palavra dos professores-autores **13**

Aula 1 - Introdução à segurança com máquinas e equipamentos **15**

1.1 Máquinas e equipamentos 15

1.2 Segurança em trabalhos com maquinaria 16

1.3 Acidentes com máquinas e equipamentos 16

Aula 2 - Capacitação e treinamento **19**

2.1 Algumas definições de acordo com as normas regulamentadoras 19

2.2 Itens da NR-12 relacionados à capacitação 20

Aula 3 - Arranjo físico **23**

3.1 O que é arranjo físico? 23

3.2 Tipos de arranjo físico 24

Aula 4- Segurança em arranjo físico **27**

4.1 Princípios de segurança em arranjos físicos 27

4.2 Mudanças e expansões 29

Aula 5 - Segurança no transporte e movimentação de materiais **31**

5.1 Transporte e movimentação de materiais por meios mecânicos 31

5.2 Normas de segurança para operadores de guindastes e pontes rolantes 34

5.3 NR-11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. 34

Aula 6 - Equipamentos de transporte de cargas: empilhadeiras **37**

6.1 Empilhadeiras 37

6.2 Procedimentos de segurança 39

Aula 7 - Manutenção de máquinas e equipamentos 43
7.1 Finalidades da manutenção 43
7.2 Tipos da manutenção 43
7. 3 Segurança relacionada a atividades de manutenção 44

Aula 8 - Bloqueios de fonte de energia e sinalização 47
8.1 Bloqueio de fontes de energia e cartões de advertência 47

Aula 9 - Itens da NR-12 relacionados à manutenção 53
9.1 Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos 53

Aula 10 - Zonas de perigo em máquinas e equipamentos 55
10.1 Perigos de acidentes inerentes e não inerentes ao trabalho com máquinas e equipamentos 55
10.2 Agrupamento dos pontos perigosos de máquinas e equipamentos 56

Aula 11 - Pontos de perigo característicos de movimentos de máquina e equipamento 61
11.1 Tipos de movimentos 61

Aula 12 - Sistemas de segurança - proteção 67
12.1 Sistemas de segurança 67
12.2 Proteção tipo barreira 68

Aula 13 - Sistemas de segurança – dispositivos de segurança 73
13.1 Dispositivos de segurança 73
13.2 Sensores de segurança 74

Aula 14 - Comando bimanual 79
14.1 O que é comando bimanual? 79

Aula 15 - Segurança em prensa e equipamentos similares 81
15.1 Definições e aplicações 81
15.2 Sistemas de comando 83
15.3 Dispositivos de parada de emergência 83
15.4 Monitoramento da posição do martelo ou punção 84
15.5 Pedais de acionamento 85

Aula 16 - Segurança em trabalho com guilhotina **87**
16.1 Características da guilhotina 87
16.2 Considerações sobre a segurança 88

Aula 17 - Injetora de materiais plásticos **91**
17.1 Injetora e seus componentes 91
17.2 Requisitos de segurança e zonas de perigo nas injetoras 94

Aula 18 - Equipamentos mecânicos de panificação **97**
18.1 Acidentes e riscos na indústria da panificação e confeitaria 97
18.2 Amassadeira 98
18.3 Cilindro de panificação 99

Aula 19 – Introdução à soldagem **103**
19.1 O que é soldagem? 103
19.2 Fonte de energia química 103
19.3 Fonte de energia elétrica 105
19.4 Demais fontes de energia 106

Aula 20 - Segurança em processos de soldagem ao arco elétrico **109**
20.1 Aspectos gerais de segurança 109

Aula 21 - Processos de usinagem: torneamento e fresamento **115**
21.1 O que é usinagem? 115
21.2 Torneamento com torno manual 116
21.3 Fresamento com máquina manual 118

Aula 22 - Usinagem: furação, esmerilhamento e serramento **121**
22.1 Definições e conceitos 121
22.2 Furação com máquina manual 121
22.3 Serramento 123
22.4 Esmerilhamento 124

Aula 23 - Usinagem CNC **127**
23.1 Introdução ao CNC 127
23.2 Centro de torneamento CNC 128
23.3 Centro de usinagem CNC 128
23.4 Segurança em equipamentos de usinagem CNC 129

Aula 24 - Segurança em trabalho com fornos **131**
24.1 Fornos industriais e suas aplicações 131
24.2 Requisitos de segurança em fornos 133
24.3 Exposição ao calor 134

Aula 25 - Ferramentas manuais e motorizadas **135**
25.1 Segurança na utilização de ferramentas manuais 135
25.2 Segurança na utilização de ferramentas motorizadas 136

Aula 26 - Compressores **141**
26.1 Tipos e aplicações dos compressores 141
26.2 Procedimentos de segurança e recomendações 144

Aula 27- Introdução a caldeiras **145**
27.1 Caldeiras e a geração de vapor 145
27.2 Tipos de caldeiras e seu funcionamento 146
27.3 Aplicações das caldeiras 147

Aula 28 - Instrumentos e componentes das caldeiras a vapor **149**
28.1 Manômetros 149
28.2 Pressostatos 150
28.3 Outros instrumentos e componentes 150

Aula 29 - Riscos envolvidos a caldeiras **153**
29.1 Risco de explosão 153
29.2 Outros riscos 154

Aula 30 - NR-13 Caldeiras e Vasos de Pressão **157**
30.1 Observações importantes acerca do estudo da NR-13 157
30.2 Classificação das caldeiras conforme a NR-13 157
30.3 Segurança em caldeiras 158

Referências **163**

Atividades autoinstrutivas **173**

Currículo dos professores-autores **189**

Palavra dos professores-autores

Querido aluno,

Seja muito bem-vindo à disciplina de Princípios de Tecnologia Industrial! Os conhecimentos adquiridos aqui serão de grande importância para sua futura profissão, pois um dos grandes campos de atuação do técnico de segurança do trabalho é o setor industrial, seja ele do ramo alimentício, metal-mecânica, automobilístico, petroquímico, dentre outros.

Ao iniciar as suas atividades em uma indústria, uma de suas primeiras tarefas será a de conhecer todo o processo produtivo da empresa, sua tecnologia, matérias-primas, máquinas e equipamentos, instalações, ferramentas, trabalhadores e equipes de trabalho. Além disso, você vai precisar reconhecer os riscos envolvidos nos processos industriais e verificar a existência de programas de prevenção. Assim sendo, para que você possa compreender o funcionamento daquela e de demais empresas, nesta disciplina, nós lhe apresentaremos alguns princípios de tecnologia industrial. Ou seja, a partir de agora você vai conhecer alguns dos processos de fabricação e as máquinas e equipamentos comumente utilizados na indústria, assim como muitos outros conceitos importantes. Cabe ainda destacar que, infelizmente, o número de acidentes de trabalho envolvendo máquinas e equipamentos no Brasil é muito grande, o qual também é responsável pela mutilação e morte de muitos trabalhadores. Logo, caberá a você – futuro técnico de segurança do trabalho – entrar nesta importante missão: prevenir acidentes e disseminar a cultura prevencionista entre empresários e trabalhadores. Desta forma, estude bastante, aproveite cada momento do seu curso e dedique-se ao máximo, para que sua formação seja completa e de excelência, principalmente no que se refere aos princípios de tecnologia industrial.

Desejamos a você um ótimo estudo e muito sucesso!

Os autores

Aula 1 - Introdução à segurança com máquinas e equipamentos

O objetivo desta aula é definir, de forma geral, o que são máquinas e equipamentos, e mostrar a sua necessidade dentro do processo **fabril**. A partir do conteúdo a ser estudado aqui, você perceberá que o emprego e a operação de máquinas estão relacionados a diversos riscos que, se não eliminados ou neutralizados, podem provocar acidentes de trabalho.

A-Z

Fabril: Relativo a fábrica ou fabricante.

1.1 Máquinas e equipamentos

Zocchio e Pedro (2002) definem máquinas e equipamentos (maquinaria) como sendo engenhos acionados por algum tipo de energia, que são utilizados pelas empresas, em suas áreas produtivas, com a finalidade de se produzir a mercadoria a ser comercializada e preparar os serviços a serem prestados.

Baseando-nos na definição anterior, percebemos que é difícil imaginar uma empresa que não tenha alguma espécie de máquina em seu ramo de atividade. Desta forma, por trabalharmos constantemente envolvidos com máquinas e equipamentos, precisamos conhecer os seus riscos e as medidas de segurança que devem ser adotadas para tornar o trabalho com maquinaria o mais seguro possível.

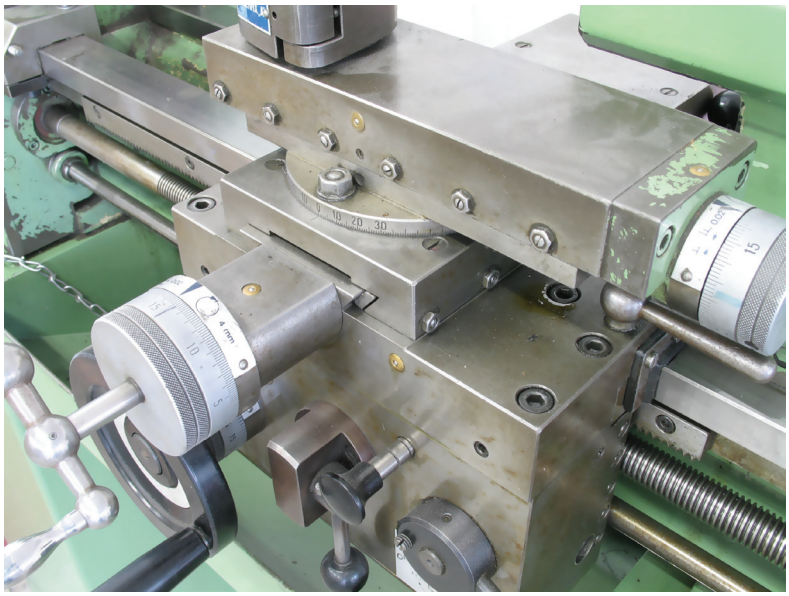


Figura 1.1: Torno mecânico.
Fonte: http://www.sxc.hu

1.2 Segurança em trabalhos com maquinaria

Normalmente, quando pensamos em segurança com maquinaria, temos a ideia de que se instalarmos dispositivos de segurança que evitem que os operadores ou outras pessoas tenham contato com as partes móveis, mecanismos e fontes de energia, essa será uma medida suficiente para tornar a máquina mais segura, visto que o contato com tais partes é responsável por causar ferimentos, mutilações e até mesmo a morte de pessoas (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Sem dúvida, a instalação de dispositivos de segurança em máquinas é uma etapa importante no trabalho com segurança. Porém, as medidas a serem adotadas vão muito além disso, como veremos no decorrer das nossas próximas aulas. É importante saber desde já que devemos nos preocupar não só com dispositivos de segurança, mas também com o arranjo físico e detalhes relacionados à instalação de máquinas, aspectos ergonômicos, manutenção, inspeção, e demais requisitos estabelecidos pela NR-12, que trata de Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

A-Z

Psicofisiológica: Significa característica que engloba o que constitui o caráter distintivo, particular de uma pessoa, incluindo suas capacidades sensitivas, motoras, psíquicas e cognitivas, destacando entre outras, questões relativas aos reflexos, à postura, ao equilíbrio, à coordenação motora e aos mecanismos de execução dos movimentos que variam intra e inter indivíduos. Inclui no mínimo, o conhecimento antropológico, psicológico e fisiológico relativo ao ser humano. Engloba, ainda, temas como níveis de vigilância, sono, motivação e emoção, memória e aprendizagem (NR-12).

Ainda, podemos citar a importância de se treinar os operadores, pois por mais simples que seja o equipamento, o operador deve estar preparado para executar suas tarefas com segurança. Para isso, ele deve conhecer a máquina que opera e seus diversos dispositivos, ter habilidade e condições **psicofisiológicas** compatíveis com as exigências operacionais do equipamento, conhecer os riscos da sua atividade e também reconhecer indícios de problemas (por exemplo: ruídos e vibrações anormais), de maneira que ele possa se antecipar e comunicar seu supervisor sobre algum risco existente.

1.3 Acidentes com máquinas e equipamentos

Saiba mais: A NR-12 foi revisada, atualizada e reapresentada pelo Ministério do Trabalho e Emprego no dia 17 de dezembro de 2010, por meio da portaria n° 197. A nova NR-12 traz uma série de mudanças em relação à sua versão anterior, principalmente no que se refere à quantidade de informações. É importante que você leia e conheça a nova NR-12. Para isso, consulte o site: http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm.

De acordo com Zocchio e Pedro (2002), acidentes de trabalho relacionados com máquinas e equipamentos são eventos anormais, que são ocasionados por falhas provindas do próprio equipamento, do processo ou do operador, e que têm como consequência inúmeros prejuízos.

Os danos gerados por um acidente de trabalho podem ser materiais, financeiros ou de recursos humanos, que podem acarretar a ferimentos leves e graves, morte de pessoas, pagamento de benefícios ao acidentado, inutilização e/ou perda de máquinas e de setores de trabalho, interrupção da jornada de trabalho, necessidade de substituição do funcionário ferido, horas extras, sobrecarga de outro colaborador, assistência jurídica, dentre outros.

Apesar da preocupação e da implementação de programas de segurança no trabalho ser amplamente divulgada e exigida por lei, percebemos que o índice de acidentes com maquinaria ainda é muito alto. Como exemplo, vejamos o relato de alguns acidentes ocorridos no Brasil, em abril de 2011. Para isso, acesse os *sites* indicados em mídias integradas.

Na cidade de Blumenau – SC, a falha em um termostato causou a explosão de uma caldeira de um hotel. O acidente destruiu parte do térreo e do primeiro andar do edifício, mas felizmente não houve feridos, conforme informa a reportagem do Jornal Gazeta do Povo, de 13/04/2011.

Figura 1.2: Danos causados pela explosão de uma caldeira em Blumenau.
Fonte: www.gazetadopovo.com.br.

Na cidade de Criciúma – SC, um trabalhador de 21 anos morreu, enquanto fazia a troca de ferramentas do maquinário em que trabalhava. O jovem teve a cabeça e parte do corpo esmagados, conforme mostra a reportagem da TVBV: http://www.tvbv.com.br/canais/noticias/jovem_morre_tragicamente_em_criciuma.html.

Na cidade de Cascavel – PR, um trabalhador de 74 anos prendeu seu braço em um moedor de cana de açúcar, enquanto realizava suas atividades. O trabalhador teve graves ferimentos no braço esquerdo, necessitando de intervenção cirúrgica. A reportagem da CGN relatando o acidente pode ser vista em: http://www.cgn.inf.br/?system=news&action=read&id=134868.

Resumo

Nesse momento terminamos nossa primeira aula, na qual você pôde perceber alguns riscos relacionados a máquinas e equipamentos, e refletir sobre algumas medidas de segurança que devem ser tomadas para se evitar acidentes.

Atividades de aprendizagem

Nos três acidentes relatados nessa aula, você observou exemplos de ferimentos e morte de pessoas, assim como perdas materiais. A partir destes relatos, reflita sobre as seguintes questões:

1. Você conhece alguém que já se acidentou operando algum tipo de máquina ou equipamento?

2. Você sabe dizer como esse acidente poderia ter sido evitado?

3. Qual deverá ser sua postura como futuro técnico de segurança do trabalho para evitar que acidentes ocorram?

Aula 2 - Capacitação e treinamento

Na aula anterior, destacamos a necessidade de se treinar os trabalhadores como forma de se evitar acidentes de trabalho. Nesta aula iremos aprofundar esse assunto, mostrando como as normas regulamentadoras classificam os diversos profissionais, tendo como base o seu treinamento e conhecimento. Ainda, veremos alguns itens da NR-12 que tratam de capacitação.

2.1 Algumas definições de acordo com as normas regulamentadoras

Até agora, você já estudou várias das normas regulamentadoras e percebeu que cada uma delas aborda um assunto específico. No entanto, apesar das NRs estarem separadas por temas, é importante destacar que todas elas estão interligadas e se complementam. Assim, uma definição inserida em uma das normas também é aplicável à outra. Um exemplo disso é a classificação dos profissionais em: habilitado, qualificado, capacitado e autorizado.

Essa classificação surgiu em 2004, com a última atualização da NR-10 "Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade" e agora é novamente utilizada na reformulação da NR-12. Vejamos, então, quem são esses profissionais:

- **Profissionais qualificados:** são os trabalhadores que comprovem conclusão de curso específico na sua área de atuação e reconhecido pelo sistema oficial de ensino.

Figura 2.1: Profissional qualificado
Fonte: Dmitry Kalinovsky / shutterstock

Exemplo: Se considerarmos trabalhadores na área elétrica, podemos citar como profissionais qualificados os técnicos em eletrotécnica e os engenheiros eletricistas formados em cursos que sejam reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC).

- **Profissional legalmente habilitado:** são os trabalhadores previamente qualificados e com o registro no competente conselho de classe, se necessário.

Exemplo: São os profissionais citados anteriormente, que além de formados em cursos reconhecidos pelo MEC, estão registrados no CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, que é o conselho de classe que rege essas respectivas profissões.

- **Profissional capacitado:** aquele que recebeu capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.

Exemplo: É o profissional que não tem formação acadêmica na área em que está trabalhando (não frequentou cursos regulares ou reconhecidos pelo MEC), mas que recebe uma capacitação para realizar uma atividade específica. Essa capacitação deve ser ministrada por um profissional habilitado e autorizado. Ainda, o trabalhador capacitado deverá, após a sua capacitação, trabalhar sob responsabilidade do profissional habilitado e autorizado.

É importante destacar que essa capacitação só tem validade para a empresa que o capacitou e nas condições estabelecidas pelo profissional responsável pela capacitação. Assim, se esse profissional capacitado for trabalhar em outra empresa, ele deverá receber nova capacitação, mesmo que a nova atividade seja semelhante à antiga.

- **Profissional autorizado:** são os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

Exemplo: São os três perfis de trabalhadores, citados anteriormente, que são designados pela empresa para realizar determinada atividade. Essa autorização é dada por meio de documento formal do empregador.

2.2 Itens da NR-12 relacionados à capacitação

Agora que você conheceu a classificação dos profissionais conforme as normas regulamentadores, vamos conhecer alguns dos itens da NR-12 que tratam da capacitação de funcionários quando o assunto é segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

- **12.135.** A operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em

máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados para este fim.

- **12.136.** Os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação providenciada pelo empregador e compatível com as suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias, nos termos desta Norma, para a prevenção de acidentes e doenças.

- **12.138.** A capacitação deve:

a) ocorrer antes que o trabalhador assuma a sua função;

b) ser realizada pelo empregador, sem ônus para o trabalhador;

c) ter carga horária mínima que garanta aos trabalhadores executarem suas atividades com segurança, sendo distribuída em no máximo oito horas diárias e realizada durante o horário normal de trabalho;

d) ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Anexo II desta Norma; e

e) ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para este fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado que se responsabilizará pela adequação do conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos capacitados.

- **12.139.** O material didático escrito ou audiovisual utilizado no treinamento e o fornecido aos participantes, devem ser produzidos em linguagem adequada aos trabalhadores, e ser mantidos à disposição da fiscalização, assim como a lista de presença dos participantes ou certificado, currículo dos ministrantes e avaliação dos capacitados.

Resumo

Nessa aula você aprendeu como estão classificados os profissionais, de acordo com as normas regulamentadoras. Você também conheceu alguns dos itens da NR-12 que tratam de capacitação relacionada a máquinas e equipamentos. É importante ressaltar que, a partir de agora, você perceberá que a leitura e a compreensão de muitos itens das NRs ficarão mais claros, devido aos conhecimentos adquiridos aqui.

Aula 3 - Arranjo físico

Nesta aula você aprenderá o que é arranjo físico, quais são os tipos básicos existentes e a sua relação com o processo de fabricação. Os conceitos que serão aprendidos neste momento servirão de base para que você entenda como o arranjo físico está relacionado à segurança do trabalho, assunto que veremos na próxima aula.

3.1 O que é arranjo físico?

Arranjo físico ou *layout* (palavra do idioma inglês) é a forma como os recursos de uma organização estão localizados fisicamente. De acordo com Borges (2001), definir o arranjo físico é decidir onde alocar as instalações, máquinas e equipamentos, e pessoas que trabalham no processo produtivo. Assim, o arranjo físico determina a maneira como os materiais e informações fluem através de uma operação.

Para você entender melhor o que é arranjo físico, considere a cozinha da sua casa. Para que você possa preparar os alimentos adequadamente, você precisa que seu fogão, pia, balcão e geladeira fiquem próximos um do outro. Agora, imagine se sua geladeira estivesse localizada dentro do seu quarto. Quanto você teria que se deslocar para buscar algum alimento lá e voltar até a cozinha? Não seria nada prático, não é mesmo? Além disso, na sua cozinha, você precisa ter espaço adequado para poder trabalhar e circular, visto que é necessário transitar por ela e abrir portas de armários, por exemplo.

O mesmo acontece em uma fábrica, onde os recursos devem estar arranjados conforme o processo produtivo, que é escolhido de acordo com o tipo e a quantidade dos produtos que serão fabricados. Assim, qualquer mudança, mesmo que pequena, na localização de uma máquina, pode afetar o fluxo de materiais e de pessoas, gerar custos, comprometer a eficácia geral da produção e também a segurança dos que ali trabalham.

3.2 Tipos de arranjo físico

Basicamente, existem quatros tipos de arranjos físicos:

1. Arranjo posicional ou por posição fixa;
2. Arranjo linear ou por produto;
3. Arranjo funcional ou por processo e;
4. Arranjo de grupo ou celular.

Conforme Borba (1998), no arranjo físico posicional ou por posição fixa, o produto a ser fabricado permanece parado enquanto que o trabalhador e os equipamentos se movimentam ao redor dele. Esse arranjo é aplicado nos casos em que é difícil realizar a movimentação do produto fabricado, sendo mais fácil transportar equipamentos, homens e componentes até ele. Um exemplo disso é a montagem de máquinas de grande porte, navios, aeronaves e também a construção civil.

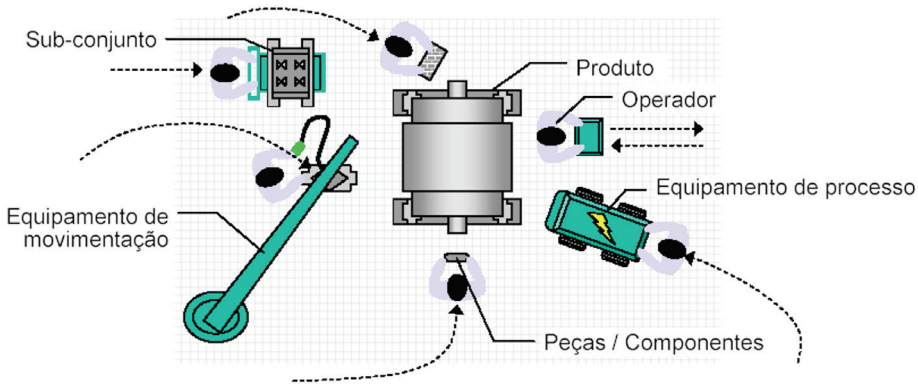


Figura 3.1: Arranjo físico posicional.
Fonte: Unesp (2008).

No arranjo físico linear ou por produto, os postos de trabalho (máquinas e bancadas) são alocados de forma orientada para o produto que será fabricado. Assim, os postos estão posicionados na mesma sequência das operações que o produto passará. Nesse caso, o produto se movimenta, enquanto que os recursos (trabalhadores e equipamentos) ficam parados. Esse arranjo é aplicado quando fabricamos apenas um produto ou produtos similares em grande quantidade, como por exemplo, em montadoras de automóveis.

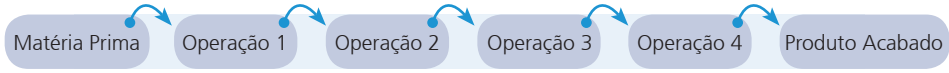


Figura 3.2: Arranjo físico linear.
Fonte: Elaborado pelos autores.

No arranjo funcional ou por processo as máquinas são agrupadas de acordo com a sua função. Por exemplo: os tornos são alocados em um departamento, as fresadoras em outro e assim por diante. Ou seja, o produto se movimenta através das áreas ou departamentos. Esse arranjo é utilizado quando produzimos uma grande variedade de produtos, em pequena quantidade (BORBA, 1998).

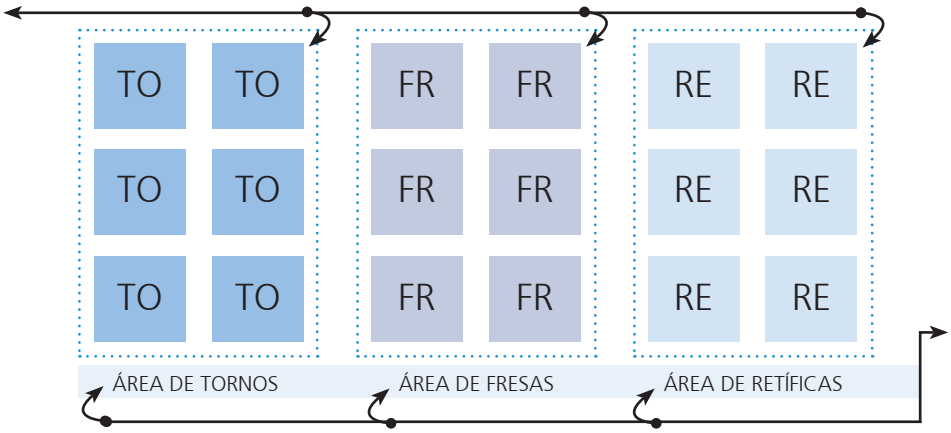


Figura 3.3: Arranjo físico por processo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, o arranjo físico celular ou por grupos é aquele composto por células, interligadas, de produção e de montagem. Cada uma das células contém todos os processos necessários para se realizar uma submontagem completa da peça.

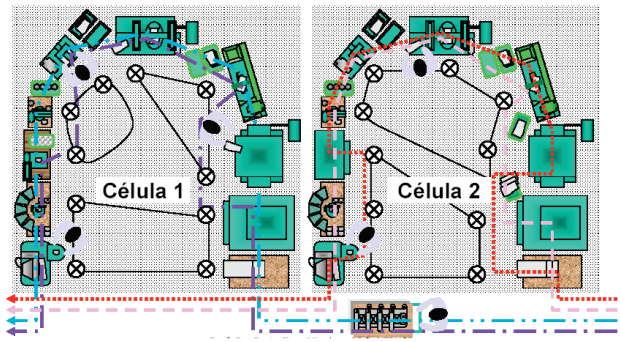


Figura 3.4: Arranjo físico celular.
Fonte: Unesp (2008).

Além dos arranjos físicos anteriormente citados, existem outras formas de arranjos, que são provenientes de variações e combinações realizadas a partir dos quatro tipos básicos acima.

Resumo

Nessa aula você aprendeu o que é arranjo físico, conheceu seus quatro tipos básicos e estudou alguns exemplos em que cada tipo é utilizado. Os

Saiba mais: Para visualizar algumas imagens que exemplificam os quatro tipos de arranjos físicos explicados nessa aula, consulte a apresentação realizada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), disponível em: http://www.pro.poli.usp.br/graduacao/todas-as-disciplinas/projeto-da-fabrica/oferecimento_00002/Exemplos%20de%20Layout.pdf.

conhecimentos aprendidos aqui servirão de base para o assunto da próxima aula.

Atividades de aprendizagem

Vamos lhe propor o seguinte desafio: reflita sobre o que você aprendeu nesta aula a respeito de arranjo físico e cite pelo menos três aspectos importantes, do ponto de vista da segurança do trabalho, que devem ser avaliados ao se elaborar um arranjo físico.

Aula 4 - Segurança em arranjo físico

Nesta aula você aprenderá como o arranjo físico está ligado a vários aspectos da segurança do trabalho. Você estudará ainda alguns itens importantes da NR-12, relacionados à segurança em arranjos físicos e instalações.

4.1 Princípios de segurança em arranjos físicos

De acordo com Campos, Tavares e Lima (2010), do ponto de vista da segurança do trabalho, todo arranjo físico deve priorizar a principal razão da existência da produção: o homem. Nesse sentido, o arranjo físico deve ser planejado de forma que os acidentes de trabalho sejam evitados e as condições de trabalho melhoradas. Assim, melhor será o arranjo físico quanto menor for a probabilidade de se ocorrer acidentes. Para que isso seja possível, é importante que os engenheiros de processo trabalhem em conjunto com o SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho –, de forma a se elaborar um arranjo físico funcional e que atenda as normas de segurança.

Logo, ao pensarmos em um arranjo físico seguro, devemos atentar para fatores como: áreas adequadas de circulação de pessoas e máquinas, desobstruções de passagens, armazenamento correto de materiais, facilidade de acesso (aos locais de trabalho, serviço médico, sistemas de incêndio), dentre outros.

4.1.1 Itens da NR-12 correlacionados a arranjo físico e instalações

Vejamos agora alguns dos itens da NR-12 que tratam de segurança em arranjo físico e instalações:

- **12.6.** Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e em conformidade com as normas técnicas oficiais.

- **12.6.1.** As vias principais de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20m (um metro e vinte centímetros) de largura.

- **12.6.2.** As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas.

- **12.8.** Os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao seu tipo e ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

- **12.8.1.** A distância mínima entre máquinas, em conformidade com suas características e aplicações, deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa.

- **12.8.2.** As áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança.

- **12.9.** Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e das áreas de circulação devem:

a) ser mantidos limpos e livres de objetos, ferramentas e quaisquer materiais que ofereçam riscos de acidentes;

b) ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios; e

c) ser nivelados e resistentes às cargas a que estão sujeitos.

Figura 4.1: Piso limpo e livre de materiais.
Fonte: SESI (2008).

4.2 Mudanças e expansões

As empresas e os processos de fabricação estão sujeitos a mudanças e/ou aumento da produtividade, necessitando adquirir novas máquinas, ampliar o número de postos de trabalho ou até mesmo substituir equipamentos antigos por outros possuidores de novas tecnologias. Consequentemente, essas mudanças acarretam alterações nos arranjos físicos.

Desta forma, é importante ressaltar que toda e qualquer alteração no arranjo físico deve ser bem avaliada, para evitar que se infrinjam normas de segurança e ocasionem acidentes de trabalho.

Resumo

Nessa aula, você aprimorou seus conhecimentos acerca de arranjo físico. Você aprendeu como esse assunto está relacionado à segurança do trabalho e conheceu alguns itens da NR-12, que tratam da segurança relacionada a arranjo físico e instalações.

Atividades de aprendizagem

Para complementar seu estudo e ampliar seu conhecimento, no que se refere à segurança em arranjo físico e instalações, estude os itens e subitens da NR-12, que foram citados, mas não abordados (descritos em detalhes) nessa aula. São eles: 12.7, 12.10, 12.11, 12.11.1, 12.12 e 12.13.

Aula 5 - Segurança no transporte e movimentação de materiais

Nesta aula você entenderá a importância de se ter segurança no transporte e movimentação de materiais. Para isso, apresentaremos o funcionamento de alguns equipamentos destinados ao transporte e movimentação de cargas, e também alguns itens da NR-11 relacionados a este assunto.

5.1 Transporte e movimentação de materiais por meios mecânicos

De acordo com Michaelis (2011), movimento é o ato de mover ou de se mover, sinônimo de mudança de lugar ou de posição.

Na indústria, a movimentação, o transporte, o manuseio e o armazenamento de materiais é um dos grandes responsáveis pelas lesões dos trabalhadores, as quais podem ocorrer em qualquer momento da operação. Esmagamento por prensagem, fraturas e contusões são danos costumeiros que são ocasionados por atos e condições inseguras de trabalho, como elevação de forma inadequada, transporte de cargas além do limite estabelecido e uso de equipamentos impróprios (CAMPOS; TAVRES; LIMA, 2010).

A NR-11 é norma regulamentadora que trata do transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. Esta norma apresenta, além de seus vários itens, um anexo (Anexo I), que dispõe de um regulamento técnico de procedimentos para movimentação, armazenagem e manuseio de chapas de mármore, granito e outras rochas.

Saiba mais: Além da NR-11, podemos citar também a recomendação técnica de procedimentos da FUNDACENTRO para movimentação e transporte de materiais e pessoas para elevadores utilizados na área de construção civil disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO/l/rtp2.pdf.

Antes de tratarmos de itens muito importantes da NR-11, vamos conhecer alguns equipamentos de transporte e movimentação de materiais muito utilizados nos ambientes de trabalho.

5.1.1 Transporte com elevador e monta carga

Podemos definir um elevador como sendo uma instalação fixa para subir ou descer pessoas ou cargas, com uma ou mais cabinas ou plataformas, cujo curso de transporte se estende vertical ou inclinadamente (MICHAELIS, 2011). Já o equipamento monta carga consiste em mecanismos de transporte com carro de capacidade e tamanho limitados, usados exclusivamente

para transportar pequenas cargas, sendo proibido o transporte de pessoas neste tipo de equipamento, diferenciando-o do elevador.

Figura 5.1: Elevador de obra.
Fonte: http://elevadordeobra.blogspot.com

5.1.2 Transporte com guindaste

Pela definição de Michaelis (2011), um guindaste é uma máquina para guindar ou descer grandes pesos e transportá-los por uma distância horizontal limitada, enquanto os mantém suspensos. Tem geralmente um braço (lança) de madeira ou aço, às vezes fixo a um poste giratório segurado por cordas, ou tem o aparelho levantador suportado por um carrinho que corre sobre um trilho suspenso.

Na Figura 5.2 temos um exemplo de guindaste de grande porte utilizado em operações de carga-descarga em portos. O operador fica posicionado em uma cabine localizada no conjunto da torre do guindaste, onde o mesmo possui melhor visão para operação e controle do equipamento.

Figura 5.2: Guindaste de torre utilizado em portos.
Fonte: www.sxc.hu

5.1.3 Transporte com ponte rolante

Uma ponte rolante é um aparelho de elevação formado por um guincho, montado num carro que se desloca sobre duas vigas metálicas, que por sua vez se deslocam sobre trilhos, em direção perpendicular à direção do deslocamento do carro (MICHAELIS, 2011).

A ponte rolante é um dispositivo muito utilizado para elevação de carga no sentido vertical com movimento combinado na horizontal. Na elevação da carga por movimento vertical é exigido um interruptor de fim de curso, na posição mais alta do gancho, pois havendo falha de comando a elevação é paralisada automaticamente. Também podem ser utilizados limitadores de carga, que acionam interruptores quando ultrapassada a carga máxima (SAAD, 1981).

Com relação ao movimento da ponte nos trilhos, é necessário que haja um interruptor de retardo a uma distância da extremidade (fim), porque uma máquina que se move a velocidade plena não pode ser parada repentinamente. Há também necessidade da sinalização sonora, que deve estar conectada à partida da ponte para indicar sua movimentação (SAAD, 1981).

É necessário manter um espaço mínimo de 60 cm entre a ponte e qualquer objeto fixo, como parede ou coluna (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Na Figura 5.3 é possível visualizar uma ponte rolante cujos trilhos são montados sob os pilares da parede da edificação, sendo o comando da ponte realizado pelo operador no piso.

Figura 5.3: Ponte rolante de capacidade 20 toneladas utilizada em pátio de máquinas.
Fonte: http://talhasstahl.com

Saiba mais: Acesse o link abaixo para entender as trágicas consequências de um acidente com ponte rolante: http://www.diariodoaco.com.br/noticias.aspx?cd=51876.

5.2 Normas de segurança para operadores de guindastes e pontes rolantes

Campos, Tavares e Lima (2010) sugerem algumas regras de segurança que devem ser seguidas pelos trabalhadores escolhidos para operar guindastes e pontes rolantes:

- O pessoal que trabalha na movimentação de materiais por meios mecânicos deve se manter afastado da carga e, quando esta estiver suspensa, estar sempre alerta e prestar atenção aos sinais;
- Examinar a máquina, no início de cada turno, quanto a engrenagens defeituosas, chaves, passagens, corrimões, sineta ou sirene, sinais luminosos, cabos, lança, etc., e comunicar as irregularidades constatadas ao supervisor;
- Fazer soar a sirene quando necessário;
- Não permitir que o pessoal se faça transportar junto com as cargas ou nos ganchos;
- Não mover as máquinas após a remoção de carga, até que os cabos ou correntes tenham sido retirados dos ganchos;
- Não operar guindaste ou ponte quando não se sentir fisicamente capaz e comunicar o fato imediatamente ao superior imediato;
- Ao deixar a cabine ou estacionar o guindaste, desligar a chave principal e assegurar-se de que os controles estejam na posição "Desligado" e as luzes de segurança acesas;
- Não permitir que a carga balance de encontro a pessoas no piso e assegurar-se de que todos estejam suficientemente afastados;
- Nunca levantar carga de peso superior ao da capacidade do equipamento.

5.3 NR-11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.

Agora que conhecemos alguns dos equipamentos de transporte utilizados na indústria, vejamos alguns dos importantes itens da NR-11 relacionados a estes:

- **11.1.1.** Os poços de elevadores e monta-cargas deverão ser cercados, solidamente, em toda sua altura, exceto as portas ou cancelas necessárias nos pavimentos;

- **11.1.3.** Os equipamentos utilizados na movimentação de materiais, tais como ascensores, elevadores de carga, guindastes, monta-cargas, pontes-rolantes, talhas, empilhadeiras, guindastes, esteiras-rolantes, transportadores de diferentes tipos, serão calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança, e conservados em perfeitas condições de trabalho.

- **11.1.3.1.** Especial atenção será dada aos cabos de aço, cordas, correntes, roldanas e ganchos que deverão ser inspecionados, permanentemente, substituindo-se as suas partes defeituosas.

- **11.1.3.2.** Em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida.

Resumo

Nessa aula você estudou sobre equipamentos para transporte, movimentação, manuseio e armazenagem de materiais, os quais estão relacionados à NR-11. A partir desses conceitos você deve estar atento aos riscos envolvidos com estes equipamentos, principalmente no que tange a cargas suspensas, responsáveis por um grande número de acidentes graves e muitas vezes fatais.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet e na NR-11, e anote no espaço abaixo quais medidas adicionais de segurança devem ser adotadas no trabalho com ponte rolante:

Aula 6 - Equipamentos de transporte de cargas: empilhadeiras

Nesta aula, daremos continuidade ao assunto visto na aula anterior. Porém, neste momento aprenderemos exclusivamente sobre empilhadeiras, as quais são equipamentos de transporte de cargas largamente empregados na indústria. Estudaremos, aqui, suas principais características e regras básicas para sua operação com segurança.

6.1 Empilhadeiras

Empilhadeiras são equipamentos utilizados para movimentar e armazenar cargas e materiais. Basicamente, existem vários tipos de empilhadeiras, que se diferenciam pela sua capacidade de transporte, sua altura máxima de elevação da carga e seu modo de funcionamento (empilhadeiras à combustão interna, elétrica ou manual).

A escolha da empilhadeira depende da necessidade específica de movimentação da carga, ou seja: tipo, peso e dimensão da carga a ser transportada, tipo de piso e distância a serem percorridos, altura de portas a serem ultrapassadas (se houver), existência de obstáculos no trajeto e demais características do ambiente de trabalho. Por exemplo: as empilhadeiras elétricas são próprias para serem operadas em lugares fechados, devido à ausência de emissão de gases tóxicos, ao contrário das empilhadeiras à combustão interna (diesel, gasolina e gás).

Figura 6.1: Empilhadeira elétrica.
Fonte: www.cat-lift.com

6.1.1 Construção e funcionamento

As empilhadeiras são projetadas com base no princípio do equilíbrio, de forma que o peso da carga suportada nos seus garfos é equilibrado pela própria estrutura do equipamento, que serve de contrapeso. Para que você possa melhor entender, imagine uma gangorra conforme ilustra a figura 6.2.

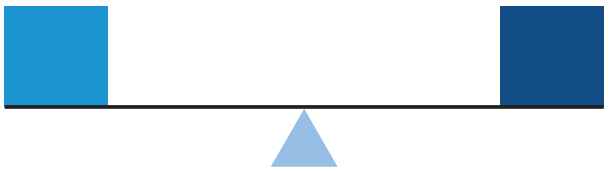


Figura 6.2: Equilíbrio.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Um fator que influencia a quantidade de peso que a empilhadeira pode carregar é a distância entre o centro da carga e a base do garfo, também chamada de centro de gravidade da carga, a qual está representada pela distância D, na figura 6.3.

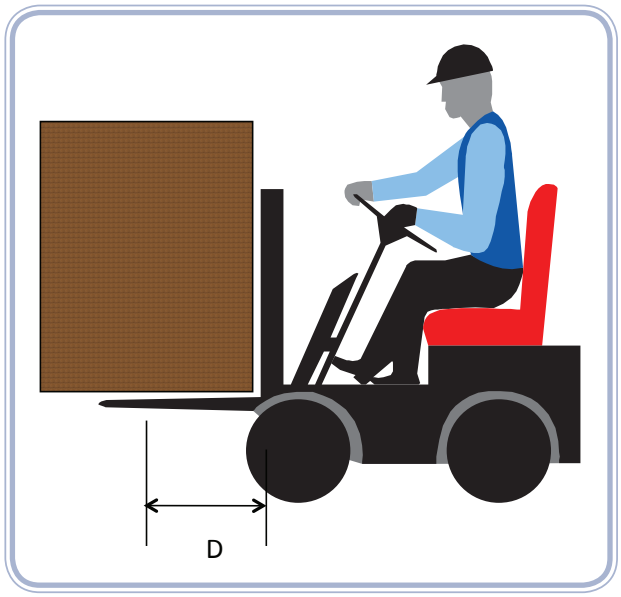


Figura 6.3: Distância entre o centro da carga e a base do garfo.
Fonte: Figura adaptada de www.segurancaetrabalho.com

Para ilustrar essa situação, observe o gráfico da figura 6.4 que exemplifica a capacidade de carga que certa empilhadeira elétrica pode transportar, conforme o manual do seu fabricante. Nesse gráfico, podemos perceber que quanto maior a distância entre o centro da carga e base do garfo, menor é o peso que a empilhadeira pode manusear. Para esse exemplo, se a referida distância for de 600 mm o peso permissível é de1200 kg. Já para uma distância de 800 mm o peso é de 800 kg.

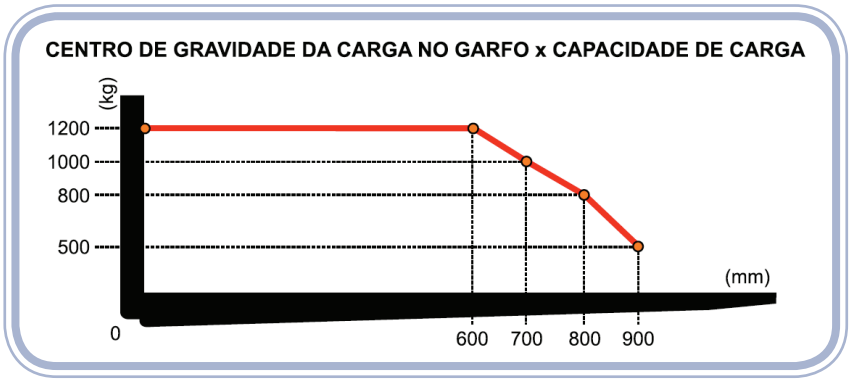


Figura 6.4: Gráfico de centro de gravidade de carga no garfo x capacidade de carga.
Fonte: www.mercadodaempilhadeira.com.br

6.2 Procedimentos de segurança

Muitos são os acidentes que podem ocorrer durante a operação de empilhadeiras, dentre os quais podemos ressaltar: colisões, atropelamentos, prensagem, queda do material e tombamento da empilhadeira. Desta forma, o treinamento dos operadores deve ser obrigatório e reciclado anualmente (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010), além de vários outros fatores que devem ser observados para assegurar o uso correto e seguro da empilhadeira. Para isso, vejamos alguns dos itens da NR-11 que se aplicam às empilhadeiras.

6.2.1 NR-11 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.

- **11.1.5** Nos equipamentos de transporte, com força motriz própria, o operador deverá receber um treinamento específico, dado pela empresa, que o habilitará nessa função.

- **11.1.6** Os operadores de equipamentos de transporte motorizado deverão ser habilitados e só poderão dirigir se durante o horário de trabalho portarem um cartão de identificação, com o nome e fotografia, em lugar visível.

Figura 6.5: Operador portando cartão de identificação.
Fonte: SESI (2008).

- **11.1.6.1** O cartão terá validade de 1 (um) ano, salvo imprevisto e, para revalidação, o empregado deverá passar por exame de saúde completo, por conta do empregador.

- **11.1.7** Os equipamentos de transporte motorizados deverão possuir sinal de advertência sonora (buzina).

- **11.1.8** Todos os transportadores industriais serão permanentemente inspecionados e as peças defeituosas, ou que apresentem deficiências, deverão ser imediatamente substituídas.

- **11.1.9** Nos locais fechados ou pouco ventilados, a emissão de gases tóxicos, por máquinas transportadoras, deverá ser controlada para evitar concentrações, no ambiente de trabalho, acima dos limites permissíveis.

6.2.2 Procedimentos para verificar, transitar e realizar carregamentos com empilhadeira

Conforme vimos, uma das exigências da NR-11 é que as empilhadeiras sejam permanentemente verificadas, o que inclui verificações diárias e periódicas (manutenção preventiva). As averiguações diárias devem ser realizadas antes de se iniciar a jornada de trabalho com o equipamento, checando-se itens como luzes, níveis de óleo e de água, cabos de bateria, abastecimento de combustível (quando aplicável), eficiência dos freios, funcionamento da buzina e dos sistemas de elevação e inclinação, dentre outros.

Também é imprescindível que outras regras, referentes ao carregamento e condução de empilhadeiras, sejam respeitadas para se ter um trabalho com segurança. Campos, Tavares e Lima (2010) citam algumas delas:

É proibido:

- Dirigir uma empilhadeira sem autorização e sem treinamento;

- Elevar carga superior à capacidade do aparelho;

- Carregar sem conhecer a distância entre o centro da carga e a base do garfo.

- Aumentar, qualquer que seja o pretexto, o valor do contrapeso, seja adicionando um peso, seja fazendo subir pessoas na parte traseira do equipamento, com a finalidade de carregar cargas superiores às indicadas pelo construtor;

- Elevar carga mal equilibrada ou com um só braço do garfo;
- Fazer curvas em grande velocidade;
- Frear bruscamente;
- Deixar a chave de contato na empilhadeira durante a ausência do motorista;
- Transportar pessoas nas empilhadeiras;

Resumo

Nessa aula você aprendeu as características básicas de uma empilhadeira e seu princípio de funcionamento. Você ainda conheceu alguns itens da NR-11 relacionados às empilhadeiras e outros procedimentos essenciais, que devem ser obedecidos para se operar esses equipamentos com segurança e prevenir acidentes.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet e anote no espaço reservado abaixo outros requisitos que devem ser obedecidos para se operar empilhadeiras com segurança:

Aula 7 - Manutenção de máquinas e equipamentos

Nesta aula discutiremos sobre manutenção de máquinas e equipamentos e, a partir de alguns exemplos, você entenderá como esse tema está relacionado com a segurança do trabalho. Estudaremos também qual é o papel dos profissionais de segurança quando esse assunto é abordado.

7.1 Finalidades da manutenção

Nas empresas os setores de manutenção têm como objetivo e obrigação manter máquinas, equipamentos e instalações em **condições adequadas** para se produzir o que comercializam (ZOCCHIO, PEDRO, 2002).

Essas condições a que nos referimos visam manter a linha de produção em bom funcionamento (alta produtividade) evitando-se paradas indesejadas, fabricar produtos com boa qualidade e, principalmente, garantir a sua operação com segurança, de maneira que os empregados possam trabalhar com máquinas e equipamentos sem a ocorrência de acidentes.

7.2 Tipos da manutenção

De acordo com Lafraia [200-] podemos classificar basicamente a manutenção em duas formas: corretiva e preventiva. A manutenção corretiva, como seu próprio nome diz, pretende corrigir um evento indesejado e não programado. Ela trata de ações que são adotadas para fazer com que um sistema retorne de um estado falho para o seu estado operacional. Segundo Slack *et al* (1999), isso significa permitir que o equipamento e instalações operem até que se quebrem, de maneira que a manutenção seja realizada somente após a falha ocorrer.

Já a manutenção preventiva visa manter o sistema em seu estado operacional, prevenindo a ocorrência de falhas. Essa prevenção é realizada por meio de inspeção, controles e serviços como limpeza e lubrificação de componentes, efetuados em intervalos pré-planejados.

Para você compreender melhor a diferença entre esses dois tipos de procedimento, vamos imaginar a manutenção de um carro. Se ocorrer a quebra ou queima de algum componente do carro (evento indesejado e não programado), o proprietário deverá procurar uma oficina mecânica para realizar o conserto. Por exemplo: a troca de uma lâmpada queimada. Nesse caso,

ele fez uma manutenção corretiva, que foi realizada somente após a falha ter ocorrido. Entretanto, o proprietário desse carro sabe que, independentemente de qualquer outro fator, ele deve trocar o óleo do motor do seu carro, com frequência determinada, para evitar que o motor venha a fundir. Nesse caso, ele está realizando uma manutenção preventiva.

Figura 7.1: Manutenção de um carro
Fonte: Levent Konuk / shutterstock

Além dos dois tipos básicos de manutenção vistos anteriormente, existe outro tipo conhecido por manutenção preditiva. De acordo com Lima e Salles [2006?], a proposta dessa forma de manutenção é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas, elétricas, eletroeletrônica, eletrohidráulicas e eletropneumáticas dos equipamentos e instalações, proporcionando-lhes mais tempo em operação sem intervenções.

Como exemplo disso, podemos citar a troca de um **mancal** de uma máquina. Quando paramos a máquina em situações em que não é absolutamente necessário fazê-lo, acabamos retirando essa máquina de operação por período extenso de tempo e interrompemos a sua produção. Como forma de evitar isso, a manutenção preditiva vem, nesse sentido, para monitorar continuamente as vibrações da máquina e, com base no monitoramente realizado, decidir se a mesma deverá ser realmente parada e seu mancal substituído (SLACK *et al.*, 1999).

A-Z

Mancal:
É o componente mecânico que serve como suporte ou guia para apoiar o eixo de uma máquina. Por trabalharem em contato, o atrito entre eles causa, após certo tempo, o desgaste do mancal.

7. 3 Segurança relacionada a atividades de manutenção

Para entendermos a relação existente entre manutenção de máquinas e equipamentos e a segurança do trabalho, devemos pensar sobre dois aspectos:

1. condições precárias de manutenção podem acarretar acidentes, logo é de extrema importância realizá-las;

2. as atividades de manutenção devem ser muito bem planejadas, ou seja, a forma como as intervenções serão realizadas deverá considerar a inexistência de riscos de acidentes e a proteção da integridade física daqueles que a executam.

Nesse sentido, os setores de manutenção devem possuir normas específicas de segurança para os trabalhos que serão exercidos pela sua equipe. Desta forma, é tarefa dos profissionais de segurança elaborar essas normas, as quais devem ser emitidas por meio de ordens de serviço. É função do SESMT – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, desenvolver, providenciar e atualizar essas normas sempre que necessário. Na ausência do SESMT, cabe à CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – realizar tal atividade (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Lembre-se que, conforme a NR-04 e a NR-05, a composição do SESMT e da CIPA depende do número de funcionários e do grau de risco da atividade principal da empresa. Por isso, dependendo do tamanho da empresa, às vezes, não se faz necessário compor o SESMT, apenas a CIPA.

É importante que as ordens de serviço sejam elaboradas, preferencialmente, com a participação dos trabalhadores que executam a manutenção, pois como são eles que detêm o conhecimento técnico da atividade, eles podem colaborar muito para a confecção da mesma. Não se esqueça também que, após a elaboração da ordem de serviço, todos os funcionários relacionados à manutenção devem ser instruídos de como executá-la corretamente, visto que proporcionar o treinamento é essencial para se ter segurança no trabalho.

Resumo

Neste momento, nós finalizamos nossa aula, na qual você pôde estudar o que é manutenção e a sua importância para a segurança no trabalho com máquinas e equipamentos. Você ainda aprendeu que, ao se tratar de manutenção, os profissionais da área de segurança têm como responsabilidade elaborar ordens de serviço, que instruam aos funcionários como realizar suas atividades de forma segura.

Atividades de aprendizagem

Para fixar seu conhecimento, faça um resumo diferenciando os três tipos de manutenção: corretiva, preventiva e preditiva, e pesquise exemplos para cada um deles.

Aula 8 - Bloqueios de fonte de energia e sinalização

Nesta aula daremos continuidade ao assunto visto na aula anterior. Agora você aprenderá alguns procedimentos básicos que devem ser adotados ao se realizar a manutenção de máquinas e equipamentos, a fim de se evitar acidentes do trabalho.

8.1 Bloqueio de fontes de energia e cartões de advertência

Antes de iniciarmos um reparo, limpeza, ou qualquer outro tipo de intervenção em uma máquina ou equipamento, devemos interromper o seu fornecimento de energia. No entanto, essa medida, apesar de necessária, não é suficiente. Em conjunto, é preciso fazer a **sinalização e o bloqueio** das fontes de energia, para evitar que uma falha técnica ou uma pessoa desavisada religue o sistema de fornecimento.

Figura 8.1: Bloqueio da fonte de energia.
Fonte: www.acclaimimages.com

Esse bloqueio tem como objetivo evitar que máquinas ou equipamentos sejam inadvertidamente acionados, ou que parte deles entre em movimento, ocasionando o risco de o trabalhador, envolvido na manutenção, prensar ou prender dedos, mãos ou demais parte do corpo. Os bloqueios, quando possíveis, são aplicados a fontes de energia elétrica, pneumática, hidráulica, vapor, térmica, química e outras, como tensão de molas ou peças suspensas que possam descer inesperadamente. É importante relembrar que devemos

ter normas específicas e escritas, que descrevam como realizar o bloqueio de energia e o trabalho com segurança, assim como é preciso treinar os trabalhadores para sua execução correta (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Além de se ter normas escritas, é importante, após o treinamento dos funcionários quanto aos procedimentos corretos de segurança, fazer com que estes assinem um documento certificando que foram treinados na atividade. Esse documento assinado deve ser arquivado, para atestar que a equipe de segurança do trabalho cumpriu o seu papel de treinamento, no caso de eventuais fiscalizações.

Existem situações em que o bloqueio de energia não pode ser realizado, pois o movimento da máquina é indispensável para preparar e ajustar a operação. Nestes casos, é imprescindível atentar ainda mais para procedimentos específicos de segurança e para o treinamento dos trabalhadores.

8.1.1 Cadeados e dispositivos auxiliares

Para realizar o bloqueio das fontes de energia são utilizados cadeados especiais, dispositivos auxiliares, correntes, bloqueios de válvulas e etc.

Quando tratamos de cadeados de segurança, esses são ditos especiais, pois devem ser de modelos diferentes dos demais utilizados na empresa. Essa medida evita que eles sejam utilizados para outras finalidades. Os cadeados devem possuir ainda alguma identificação do seu proprietário e não podem ser do tipo que abre com chave-mestra (ZOCCHIO; PEDRO, 2002), o que evita que pessoas não autorizadas possam abri-lo.

Figura 8.2: Cadeados.
Fonte: www.seton-pt.com

Quando o serviço de manutenção é realizado por várias pessoas ao mesmo tempo, é preciso tomar alguns cuidados para se ofertar segurança a todos os envolvidos. Nesses casos deve-se utilizar um dispositivo complementar, que permite que vários cadeados sejam aplicados no ponto de bloqueio. Isso garante que ninguém acionará a máquina ou equipamento antes que todos os trabalhadores tenham terminado a sua atividade. Pois como cada funcionário terá a chave apenas do seu cadeado, antes que todos retirem os seus próprios cadeados, a energia não poderá ser desbloqueada.

Figura 8.3: Dispositivo auxiliar para a multiaplicação de cadeados
Fonte: warehousenews.co.uk

Outro dispositivo auxiliar comumente utilizado é o bloqueio de válvulas que são acionadas por volante. Estes dispositivos são aplicados sobre as válvulas e, por meio de furos específicos, coloca-se o cadeado para fechar o dispositivo e impedir o acesso à válvula.

Figura 8.4: Dispositivo auxiliar para bloqueio de válvula
Fonte: www.ferret.com.au

8.1.2 Cartões de advertência

Em conjunto com os cadeados e dispositivos auxiliares, são utilizados cartões de advertência para sinalizar que as máquinas ou equipamento estão em processo de manutenção. Esses cartões informam a existência de pessoas trabalhando nas máquinas e alertam que as mesmas não devem ser acionadas.

Em algumas empresas os cartões são personalizados, contendo o logotipo e o nome da empresa. Já em outros modelos, se tem o local para colocar a foto da pessoa que está realizado o serviço. Entretanto, o importante é que os cartões contenham no mínimo informações como: o nome da pessoa que está executando o serviço, o setor em que ela trabalha, a data de realização do serviço e palavras destacadas como PERIGO ou CUIDADO.

Figura 8.5: Cartões de advertência
Fonte: Figura adaptada de www.americanas.com.br

Somente o uso do cartão não impede que a energia, máquina ou equipamento sejam acionados indevidamente, pois ele não bloqueia a fonte, apenas sinaliza. Desta forma, o cartão deve ser sempre usado em conjunto com medidas de bloqueio.

Saiba mais: Para conhecer mais modelos de cadeados, dispositivos auxiliares e cartões de advertência, digite no Google Imagens <http://www.google.com.br/imghp?hl=pt-BR&tab=wi> as palavras em inglês lockout e tagout, que significam, respectivamente, bloqueio e etiquetagem.

Resumo

Nessa aula você estudou a necessidade e a importância de se realizar o bloqueio das fontes de energia antes de realizar manutenção ou qualquer intervenção em máquinas e equipamentos. Sendo assim, você aprendeu alguns dispositivos utilizados para bloquear as fontes de energia e viu que, juntamente com eles, devem-se utilizar cartões de advertência para sinalizar que a máquina ou equipamento estão em manutenção e não devem ser acionados.

Atividades de aprendizagem

Com base no que você aprendeu nesta aula, observe a figura 8.6 e explique qual é a finalidade do bloqueio apresentado:

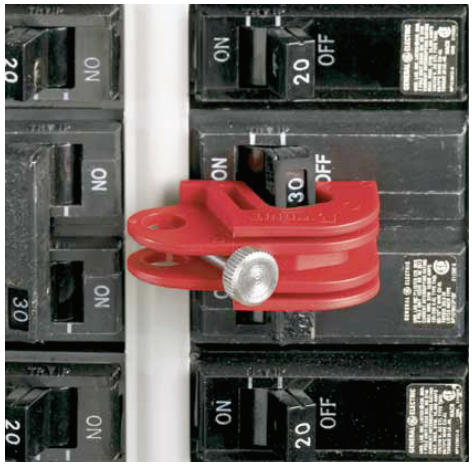


Figura 8.6: Exemplo de bloqueio
Fonte: http://www.deenergize.com

Aula 9 - Itens da NR-12 relacionados à manutenção

Nas últimas duas aulas você estudou conceitos básicos relacionados à manutenção de máquinas e equipamentos, e aprendeu a necessidade de se fazer o bloqueio e a sinalização das fontes de energia. Nesta aula daremos continuidade a esses assuntos, apresentando como a NR-12 aborda os referidos temas e em quais itens o faz.

9.1 Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos

A seção "manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos" é a parte da NR-12 que trata da segurança em intervenções realizadas em máquinas e equipamentos. Essa seção inicia no item 12.111 e vai até o item 12.115. Na sequência, destacaremos alguns desses itens e ao lê-los você será capaz de relacionar os conceitos aprendidos até o momento.

- **12.111.** As máquinas e equipamentos devem ser submetidos à manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais vigentes e, na falta dessas, as normas técnicas internacionais.

- **12.111.1.** As manutenções preventivas com potencial de causar acidentes do trabalho devem ser objeto de planejamento e gerenciamento efetuado por profissional legalmente habilitado.

- **12.112.** As manutenções preventivas e corretivas devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, com os seguintes dados:

a) cronograma de manutenção;
b) intervenções realizadas;
c) data da realização de cada intervenção;
d) serviço realizado;
e) peças reparadas ou substituídas;
f) condições de segurança do equipamento;
g) indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina;
h) nome do responsável pela execução das intervenções.

- **12.113.** A manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador, com as máquinas e equipamentos parados e adoção dos seguintes procedimentos:

a) isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos, de modo visível ou facilmente identificável por meio de dispositivos de comando;

b) bloqueio mecânico e elétrico na posição "desligado" ou "fechado" de todos os dispositivos de corte de fontes de energia a fim de impedir a reenergização, e sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável;

c) medidas que garantam que à jusante dos pontos de corte de energia não exista possibilidade de gerar riscos de acidentes;

d) medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de equipamentos ou máquinas sustentados somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos;

e) sistema de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos.

- **12.115.** Nas manutenções das máquinas e equipamentos, sempre que detectado qualquer defeito em peça ou componente que comprometa a segurança, deve ser providenciada sua reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições de uso.

É muito importante para a sua formação que você estude os demais itens da NR-12, relacionados à manutenção, que não foram abordados aqui.

Resumo

Nessa aula você pôde aprender alguns dos itens da NR-12 relacionados à manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos. Ao estudá-los você percebeu que o vocabulário utilizado pela norma já lhe é familiar, devido aos conhecimentos obtidos nas aulas anteriores.

Aula 10 - Zonas de perigo em máquinas e equipamentos

O objetivo desta aula é definir e classificar os pontos perigosos existentes em trabalhos com máquinas e equipamentos. Com os conceitos a serem aprendidos neste capítulo, você conhecerá quais são os pontos das máquinas e equipamentos que representam risco para os operadores e pessoas que trabalham na sua proximidade, principalmente no que está relacionado às partes móveis dos equipamentos.

10.1 Perigos de acidentes inerentes e não inerentes ao trabalho com máquinas e equipamentos

De acordo com Zocchio e Pedro (2002), o perigo de acidente com máquinas e equipamentos existe quando neles se encontram condições e/ou situações que possibilitam a ocorrência de acidentes pessoais ou materiais. O perigo pode ser considerado como sendo inerente ou não inerente à maquinaria, conforme explicaremos a seguir.

10.1.1 Perigo inerente

Perigos inerentes ao trabalho com máquinas e equipamentos são aqueles relacionados aos mecanismos e movimentos das máquinas e aos agentes provindos da operação, como pontos:

- de prensamento;
- de agarramento;
- de atrito;
- de cortes;
- de perfuração; e
- agentes agressivos como centelhas, fragmentos, estilhaços, respingos e poeiras (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Estes pontos, citados acima, demandam a instalação de sistemas de segurança nas máquinas e equipamentos, a fim de proteger os trabalhadores envolvidos na operação e evitar que estes venham a ser atingidos por agentes agressivos resultantes da operação produtiva. Na Figura 10.1 é possível observar uma furadeira manual de pequeno porte, linha *hobby*, de bateria recarregável, onde na região de destaque tem-se o mandril rotativo, que

representa um ponto de agarramento, para o qual se deve ter cuidado com cabelos longos e roupas soltas, por exemplo.

Figura 10.1: Furadeira manual linha *hobby* com destaque no ponto de agarramento.
Fonte: www.sxc.hu

10.1.2 Perigo não inerente

Perigos não inerentes ao trabalho com máquinas e equipamentos são aqueles criados na área operacional, que independem das condições da maquinaria, e geralmente são causados pela:

- falta de organização na área de trabalho;
- falta de equilíbrio no fluxo de produção;
- interferência do trabalho de terceiros;
- jornada ou ritmo de trabalho excessivos;
- indisciplina do operador;
- tolerância por parte da administração em relação a um ou mais itens citados acima (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Podemos perceber que nem sempre é dada a devida atenção para os riscos não inerentes. No entanto, se não for feito um estudo adequado destas situações e sua correções não forem realizadas, estes riscos podem vir a comprometer seriamente a segurança do posto de trabalho, mesmo que a máquina e/ou equipamentos estejam devidamente equipados com sistemas de segurança.

10.2 Agrupamento dos pontos perigosos de máquinas e equipamentos

De acordo com Zocchio e Pedro (2002), os pontos perigosos de máquinas e equipamentos são agrupados de forma técnica em três grupos, os quais se complementam para que as máquinas e equipamentos desempenhem sua função dentro das especificações para as quais foram projetadas. Os três grupos estão destacados na Figura 10.2 e são classificados em:

- Transmissão de força/ movimento (A);
- Ponto de operação (B);
- Partes móveis auxiliares (C).

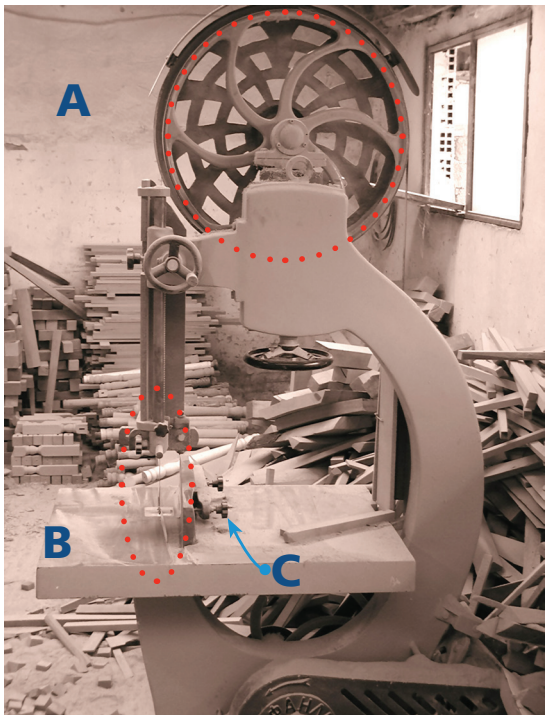


Figura 10.2: Serra fita para madeira com o três segmentos de pontos
Fonte: www.sxc.hu

A Figura 10.2 é um esquema de uma serra fita utilizada em corte e trabalhos com madeira, sendo que este equipamento também pode ser encontrado em açougues para corte de carne com osso, e em oficina para corte de chapas e pequenas barras metálicas.

Com relação aos pontos perigosos, em A tem-se a polia rotativa, que recebe transmissão de movimento e serve para guiar a serra de fita em aço; em B tem-se o ponto de operação representado pela serra, que efetuará remoção de material; em C, a parte móvel auxiliar, a qual é uma régua regulável que serve de guia da madeira, mas em se tratando de uma plaina, poderia ser um dispositivo de movimentação da madeira.

10.2.1 Transmissão de força ou movimento

Este grupo de ponto perigoso é entendido como o conjunto de mecanismos que transmite força ou movimento, a partir de um motor ou de outra fonte de trabalho mecânico, até o ponto de operação-conversão e partes auxiliares da maquinaria. Além da fonte geradora de força ou movimento, podemos citar como sendo componentes usuais deste grupo:

- Eixos retos ou excêntricos;
- Polias com correia lisa ou trapezoidal (V);
- Engrenagens e Cremalheiras;
- Rodas dentadas com correntes de tração;
- Bielas (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

10.2.2 Ponto de operação

É entendido como sendo o local em que é realizado o trabalho para o qual a máquina ou equipamento foi projetado e construído, como por exemplo, os pontos de:

- prensagem em prensas de diversos tipos, independente do mecanismo de atuação;
- usinagem em máquinas operatrizes, independente da ferramenta de corte;
- corte e ruptura de materiais em tesouras mecânicas e guilhotinas;
- moagem e trituração em diversos tipos de moinhos e britadores (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

10.2.3 Partes móveis auxiliares

São as partes que se movimentam no equipamento, porém não pertencem diretamente nem à transmissão de força/movimento e nem ao ponto de operação. Podem ser considerados exemplos de partes móveis auxiliares:

- Alimentadores mecânicos de pontos de operação, como rosca extrusora ou pallet arrastado por corrente;
- Alimentadores mecânicos de pontos de operação por meio de robôs ou braços mecânicos;
- Alimentadores mecânicos em forma de correia ou "cinta" transportadora e de corrente (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Observe que os três grupos de pontos perigosos, apresentados anteriormente, representam diferentes níveis de risco aos trabalhadores. Desta forma, é necessário que se tenha sistemas de segurança (dispositivos de segurança e proteções) instalados nas máquinas e equipamentos, de forma a proteger a saúde e a integridade física dos funcionários que operam estes equipamentos ou que trabalham na proximidade destes. Nas aulas 12 e 13 discutiremos sobre os dispositivos de segurança.

Resumo

Nessa aula, você aprendeu o que é perigo inerente e não inerente ao trabalho com maquinaria, e estudou quais são os pontos perigosos de máquinas e equipamentos. A partir do conhecimento adquirido aqui, você percebeu que a existência de pontos perigosos exige a adoção de sistemas de segurança nas máquinas e equipamentos, assunto que discutiremos em aulas futuras.

Atividades de aprendizagem

Observe a serra circular da figura 10.3 e identifique quais são os três pontos perigosos deste equipamento: transmissão de força ou movimento, ponto de operação e partes móveis auxiliares.

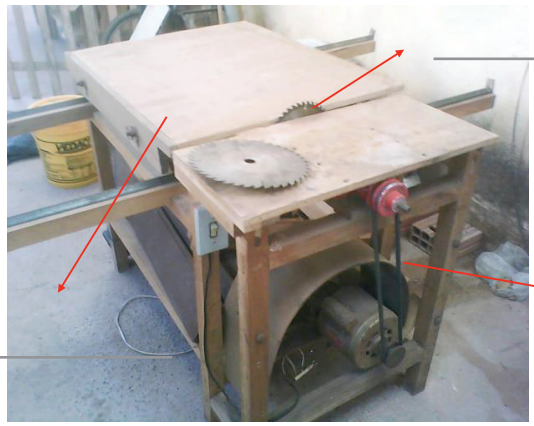


Figura 10.3: Serra circular
Fonte: http://pontapora.olx.com.br

Aula 11 - Pontos de perigo característicos de movimentos de máquina e equipamento

O objetivo desta aula é apresentar, por meio de exemplos, pontos característicos de perigo presentes nas diversas aplicações de máquinas e equipamentos, complementando o assunto visto na aula 10. A partir dos conhecimentos adquiridos aqui, você desenvolverá uma visão crítica com relação aos pontos perigosos existentes em maquinaria e terá subsídios para planejar ações que evitem acidentes de trabalho, ocasionados por suas partes móveis.

11.1 Tipos de movimentos

De acordo com Bueno (1996), movimento é o estado em que um corpo muda continuamente de posição em relação a um ponto fixo, sinônimo de deslocamento. Quando tratamos de máquinas e equipamentos, podemos ter uma gama muito grande de movimentos, os quais podem ser classificados em:

- Rotativo;
- Retilíneo recíproco horizontal ou vertical;
- Radial/ vertical/ horizontal de braços articulados de robôs e sistemas de alimentação.

Na sequência, apresentaremos cada um desses movimentos em detalhes.

11.1.1 Movimentos rotativos

Os movimentos rotativos envolvem componentes e órgãos de máquinas muito comuns em transmissão de força e movimento. De acordo com Zocchio e Pedro (2002), os movimentos rotativos são os pontos de perigo mais comuns na maquinaria e são agravados pela sua rotação, de forma que quanto maior a rotação, maior é o risco gerado.

Em geral, os movimentos rotativos envolvem eixos comuns, eixos cardãs, eixos-árvores, eixos com polias ou engrenagens, eixos excêntricos e eixos com acoplamentos elásticos ou também rígidos. Todos estes elementos devem ser isolados de forma a evitar acidentes de trabalho.

Na Figura 11.1, destacamos um exemplo clássico de eixo com um sistema de proteção fixa (capa), que tem por finalidade evitar que partes do corpo

do operador e objetos (como por exemplo: cabelos e roupas) enrosquem no mesmo e/ou entrem em contato com o segmento móvel, ferindo-o.

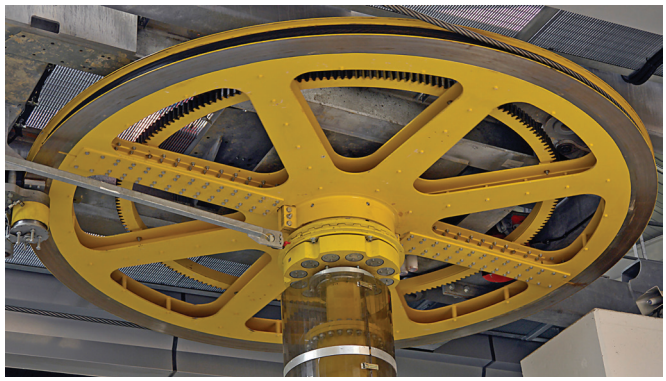


Figura 11.1: Eixo de transmissão de força com polia para enrolar cabo de aço sob tração
Fonte: www.sxc.hu

Na Figura 11.2, observarmos um equipamento com a presença de polias acopladas por correias. Estes pontos também devem ser isolados para que não haja contato com trabalhadores, quando estes estiverem em movimento.

Figura 11.2: Movimento rotativo de transmissão por correia plana.
Fonte: www.sxc.hu

Outro exemplo de movimento rotativo que merece ser destacado é o de ponto de operação, muito comum em máquinas operatrizes de usinagem, em específico no trabalho com metais. Nestas operações, normalmente a ferramenta ou peça estão submetidas à velocidade de rotação elevada, podendo chegar a, por exemplo, 5000 rotações por minuto (rpm). Nestas situações, além do risco inerente à própria rotação, devemos atentar para a remoção de material feita pela ferramenta, que é dada na forma de cavaco. Estes cavacos (resíduos de materiais) podem ser projetados em velocidade elevada para fora do equipamento, ocasionado acidentes. Sendo assim, temos a presença de outros riscos além dos gerados pelo movimento de rotação.

Para você entender melhor o que é um movimento rotativo em pontos de operação, mostramos na figura 11.3 um exemplo de uma furadeira utilizada em oficinas de usinagem, cuja região do movimento rotativo está destacada em vermelho.

Figura 11.3: Furadeira de precisão com movimento no ponto de operação.
Fonte: www.sxc.hu

11.1.2 Movimento retilíneo recíproco

Movimentos retilíneos recíprocos são os movimentos alternativos lineares característicos de mesas móveis de máquinas, que ocorrem em plainas de mesa, cabeçotes móveis verticais/ horizontais, sistemas de movimentação lineares de peças por meio mecânico, hidráulico ou pneumático, martelos de prensa vertical, lâminas de guilhotina e ferramental de usinagem por brochamento.

A figura 11.4 exemplifica o movimento retilíneo recíproco de uma plaina de mesa, cujo principal risco gerado é o de prensar pessoas contra obstáculos fixos ou dispostos temporariamente em uma posição que crie um ponto de prensamento. Desta forma, mesmo que haja espaço suficiente para as pessoas passarem com segurança, é recomendável que tal passagem seja impedida por algum tipo de barreira (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

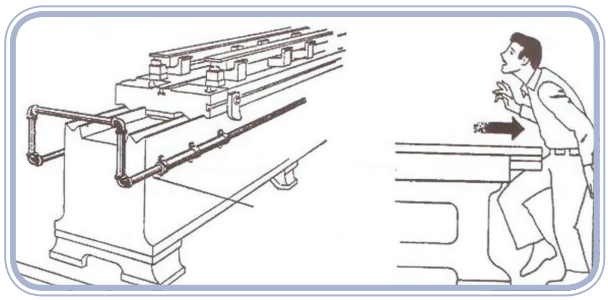


Figura 11.4: Risco de prensagem por movimento retilíneo recíproco de plaina de mesa
Fonte: Zocchio e Pedro (2002)

Já na figura 11.5 temos o exemplo de movimento retilíneo recíproco em uma prensa hidráulica, utilizada em operações de conformação plástica de metais. Nesta figura, destacamos no equipamento a parte do suporte da matriz-punção que possui movimento retilíneo na vertical, de subida e descida, em um curso pré-determinado.

Figura 11.5: Prensa hidráulica para conformação
Fonte: http://emcopressmaster.tradeindia.com

11.1.3 Movimento radial

São os movimentos realizados por robôs e braços de movimentação automatizados, os quais podem desenvolver movimentos radiais, verticais e horizontais ou também movimentos oscilantes e pendulares. Como os robôs são cada vez mais empregados na indústria, é preciso considerar a necessidade de se confinar o conjunto, de forma a isolá-lo do contato humano, quando em funcionamento (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

A Figura 11.6 ilustra um braço de robô, o qual pode se movimentar em todos os eixos (x, y, z), além da possibilidade de rotação em torno destes eixos, o que exige a colocação de um sistema de proteção na área de movimento do braço robótico.

Para conhecer mais sobre pontos perigosos específicos, principalmente no que tange ao movimento rotativo em aplicação marítima, caso de aplicação de eixo motriz da hélice em embarcações, responsável por um grande número de acidentes que resultam em escalpelamento, visite o website da Marinha do Brasil: http://www.mar.mil.br/menu_h/noticias/ccsm/prev_escalpelamento/escalpelamento.html

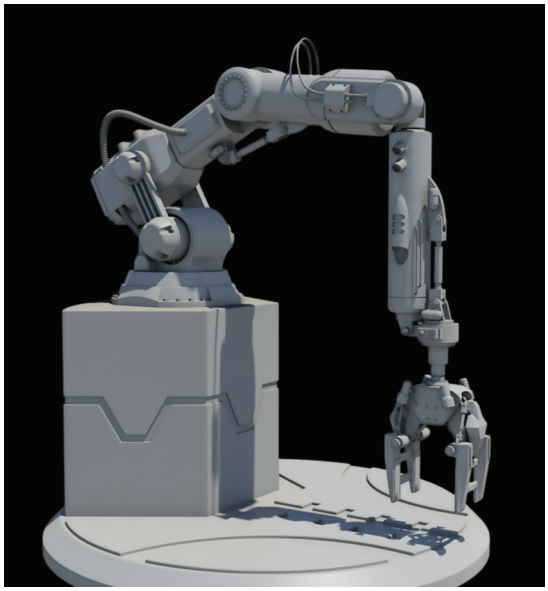


Figura 11.6: Braço de um robô de cinco eixos, tipicamente utilizado em indústrias mecânicas
Fonte: www.chewypixels.com.

Resumo

Nessa aula, você conheceu pontos de perigo de máquinas e equipamentos relacionados aos seus principais movimentos. Com base nos exemplos vistos, você percebeu a necessidade de se pensar em medidas que evitem acidentes de trabalho, em virtude dos movimentos das partes móveis das máquinas e dos equipamentos.

Atividades de aprendizagem

Observe a figura intitulada por: "Militares da Marinha produzindo cobertura de eixo para barco artesanal", disponível em: <**http://www.mar.mil.br/menu_h/noticias/ccsm/prev_escalpelamento/escalpelamento.html**> e avalie o procedimento adotado para a fabricação da cobertura do eixo. Você, como futuro técnico de segurança do trabalho, sugeriria alguma modificação na maneira de se realizar esta atividade? O quê você orientaria aos trabalhadores da foto?

Aula 12 - Sistemas de segurança – proteção

Neste momento você aprenderá o que são sistemas de segurança de máquinas e equipamentos, e conhecerá alguns dos elementos básicos que os compõem. Ao final dessa aula você será capaz de reconhecer os tipos básicos de proteções existentes, assim como a sua finalidade na prevenção de acidentes com maquinaria.

12.1 Sistemas de segurança

Para que você possa entender o que são sistemas de segurança, vejamos o que diz o item 12.38 da NR-12:

- **12.38** As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Com base no que foi exposto, podemos dizer que os sistemas de segurança, instalados nas zonas de perigo das máquinas e dos equipamentos, têm como objetivo evitar que as mãos ou qualquer outra parte do corpo dos trabalhadores entrem em contato com os pontos agressivos da maquinaria. Esses pontos agressivos ou zonas de perigo foram discutidos em detalhes na aula 11.

A figura 12.1 ilustra um exemplo de uma proteção que tem por finalidade evitar o contato com as polias, correias e engrenagens.

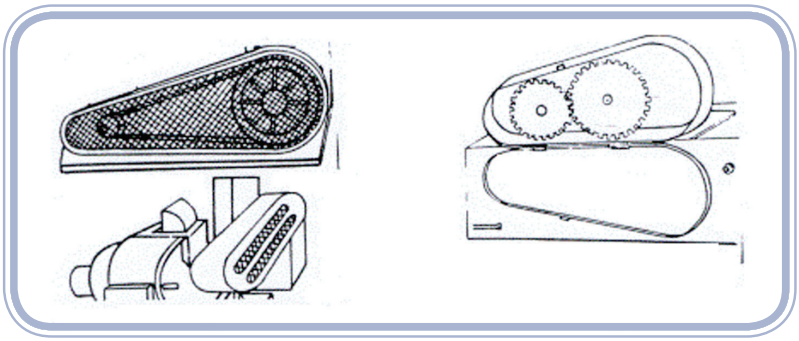


Figura 12.1: Exemplo de proteção
Fonte: http://mechanicalhandbook.blogspot.com

Para dar sequência ao nosso estudo, vejamos agora alguns dos elementos que compõe um sistema de segurança.

12.2 Proteção tipo barreira

A proteção tipo barreira é um anteparo que se interpõe entre o perigo e o(s) operador(es), de modo a garantir a segurança na operação. Este tipo de dispositivo é empregado quando não há necessidade de que o operador intervenha na parte interna, onde o perigo está localizado. Dessa forma, o perigo fica confinado pela barreira (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Esse tipo de proteção pode ser construído em chapa de metal, tela metálica, barras de metal ou qualquer outro material resistente o bastante para suportar qualquer impacto que venha a receber (VILELA, 2000).

12.2.1 Proteção fixa

De acordo com a NBR-NM 213-1 de janeiro de 2000, que trata de "Segurança de Máquinas – Conceitos fundamentais, princípios gerais de projeto; Parte 1: Terminologia básica e metodologia", a proteção fixa é aquela mantida em sua posição (isto é, fechada), seja por maneira permanente (por exemplo: soldagem) ou por meio de elementos de fixação (parafusos, porcas, etc.), que só permitem que o protetor seja removido ou aberto com o auxílio de uma ferramenta.

As aplicações mais comuns dessa proteção são para isolar perigos típicos dos mecanismos de transmissão de força/movimento e de outras partes móveis, como polias, engrenagens e eixos (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Figura 12.2: Exemplo de proteção fixa
Fonte: www.norgren.com

12.2.2 Proteção móvel

A proteção móvel é aquela que se pode abrir sem utilizar ferramenta e que geralmente é ligada por elementos mecânicos (por exemplo, por meio de dobradiças) à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo (NBR –NM 213-1).

12.2.3 Proteção com intertravamento

De acordo com a NBR–NM 213-1, é a proteção associada a um **dispositivo de intertravamento** de modo que:

A-Z

Dispositivo de intertravamento: É um dispositivo mecânico, elétrico ou de outra tecnologia, destinado a impedir o funcionamento de determinados elementos de uma máquina (interrompendo o movimento do perigo) toda vez que a proteção for retirada ou aberta.

As funções perigosas da máquina "cobertas" pela proteção não podem operar enquanto a proteção não estiver fechada.

Se a proteção é aberta durante a operação das funções perigosas da máquina, é dado um comando de desligamento;

Desde que a proteção esteja fechada, as funções perigosas da máquina "coberta" pela proteção podem operar, mas o fechamento da proteção não inicia por si só a operação de tais funções.

12.2.4 Proteção intertravada com bloqueio

De acordo com a NBR–NM 213-1, é a proteção associada a um dispositivo de intertravamento e um dispositivo de bloqueio, tal que:

- As funções perigosas da máquina "cobertas" pela proteção não podem operar enquanto o protetor não estiver fechado e bloqueado;
- O protetor permanece bloqueado na posição de "fechado" até que tenha desaparecido o risco de ferimento devido às funções perigosas da máquina;
- Quando o protetor está bloqueado na posição de fechado, as funções perigosas da máquina podem operar, mas o fechamento e o bloqueio do protetor não iniciam por si próprios a operação de tais funções.

A figura 12.3 mostra modelos de chaves de segurança com bloqueio, que são exemplos de dispositivo de intertravamento com bloqueio. Essas chaves possuem um mecanismo de bloqueio, atuado por solenóide, que impede a abertura de uma determinada porta. Assim elas evitam o acesso a áreas de risco, como o interior de máquinas ou em zonas de ação de robôs, enquanto o movimento perigoso não estiver completamente cessado.

Figura 12.3: Chaves de segurança com bloqueio
Fonte: www.industry.siemens.com.br

12.2.5 Itens da NR-12 correlacionados à sistemas de segurança

Vejamos alguns dos itens da NR-12 que abordam os sistemas de segurança, em particular as proteções.

- **12.44** A proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, observando-se que:

a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco; e

b) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco.

- **12.49** As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:

a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;
c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;

f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;
g) impedir que possam ser burladas;
h) proporcionar condições de higiene e limpeza;
i) impedir o acesso à zona de perigo;
j) ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário;
k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e
l) não acarretar riscos adicionais.

Agora, que você já conhece o que são sistemas de segurança, vamos fazer uma relação dos conteúdos vistos nesta aula com os da aula anterior, apresentando outros itens importantes da NR-12:

- **12.47.** As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados;

- **12.47.2.** O eixo cardã deve possuir proteção adequada, em perfeito estado de conservação em toda a sua extensão, fixada na tomada de força da máquina desde a cruzeta até o acoplamento do implemento ou equipamento.

Resumo

Nessa aula você aprendeu o que são sistemas de segurança, em particular, as proteções, seus principais tipos e finalidades. Você também estudou alguns itens da NR-12 relacionados a proteções e pôde aprofundar ainda mais seu conhecimento sobre segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

Atividades de aprendizagem

Leia os itens 12.41; 12.45 e 12.46 da NR-12, que fundamentam o conteúdo visto nessa aula, e faça um resumo dos tipos de Proteção e suas finalidades.

Aula 13 - Sistemas de segurança – dispositivos de segurança

Nesta aula daremos continuidade ao assunto visto na aula anterior sobre sistemas de segurança. No entanto, agora enfatizaremos as características dos dispositivos de segurança e apresentaremos alguns dos muitos aplicados na indústria.

13.1 Dispositivos de segurança

Assim como fizemos na aula passada, vamos introduzir o presente assunto, mostrando o que está definido na NR-12:

- **12.42** Para fins de aplicação desta Norma, consideram-se dispositivos de segurança os componentes que, por si só ou interligados ou associados a proteções, reduzam os riscos de acidentes e de outros agravos à saúde, sendo classificados em:

a) **comandos elétricos ou interfaces de segurança:** dispositivos responsáveis por realizar o monitoramento, que verificam a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema e impedem a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança, como relés de segurança, controladores confiáveis de segurança e controlador lógico programável – CLP.

b) **dispositivos de intertravamento**: chaves de segurança eletromecânicas, com ação e ruptura positiva, magnéticas e eletrônicas codificadas, optoeletrônicas, sensores indutivos de segurança e outros dispositivos de segurança que possuem a finalidade de impedir o funcionamento de elementos da máquina sob condições específicas;

c) **sensores de segurança**: dispositivos detectores de presença mecânicos e não mecânicos, que atuam quando uma pessoa ou parte de seu corpo adentra a zona de perigo de uma máquina ou equipamento, enviando um sinal para interromper ou impedir o início de funções perigosas, como cortinas de luz, detectores de presença optoeletrônicos, laser de múltiplos feixes, barreiras ópticas, monitores de áreas ou scanners, batentes, tapetes e sensores de posição;

d) **válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia**;

e) **dispositivos mecânicos**, como: dispositivos de retenção, limitadores, separadores, empurradores, inibidores, defletores e retráteis; e

f) **dispositivos de validação**: dispositivos suplementares de comando operados manualmente, que, quando aplicados de modo permanente, habilitam o dispositivo de acionamento, como chaves seletoras bloqueáveis e dispositivos bloqueáveis.

Tendo em vista a inúmera quantidade de dispositivos de segurança existentes, apresentaremos apenas alguns deles, que pertencem ao grupo dos sensores de segurança.

13.2 Sensores de segurança

Os sensores de segurança que serão aqui apresentados são compostos de emissores e receptores de radiação infravermelha que formam, dependendo da sua aplicação, barreiras ou cortinas de luz (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Conforme vimos no item 12.42 da NR-12, e que vale a pena novamente ressaltar, a finalidade desses dispositivos é impedir que as pessoas adentrem em recintos, que contenham equipamentos ligados, e introduzam mãos ou outras partes do corpo em pontos perigosos da máquina. Assim, ao se detectar (pela interrupção de um dos feixes de luz) a presença de pessoas na área protegida, corta-se a energia do equipamento, parando-o antes que a pessoa atinja a zona de perigo.

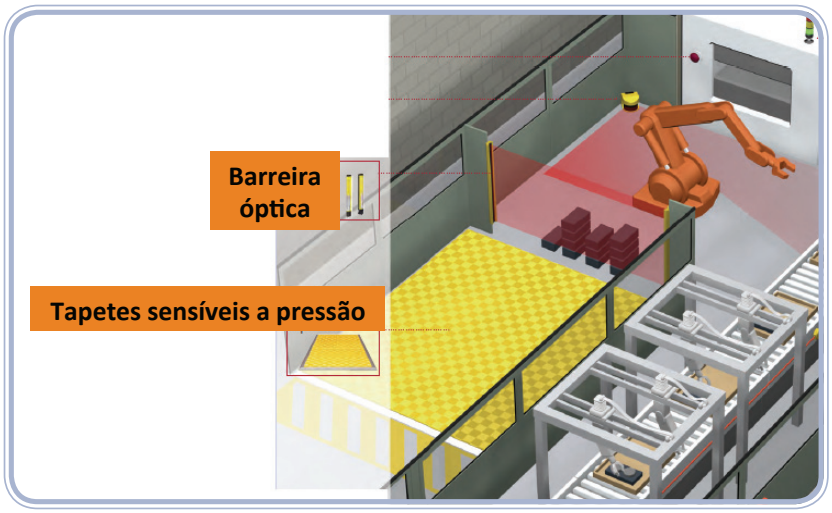


Figura 13.1: Sensores de segurança
Fonte: Adaptado de http://samplecode.rockwellautomation.com

Vejamos em detalhes alguns desses sensores de segurança.

13.2.1 Barreira óptica

Esse dispositivo é um sensor aplicado em entradas de recintos que não podem (ou não devem), por razões técnicas, serem fechados por portas ou outra forma de barreira (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

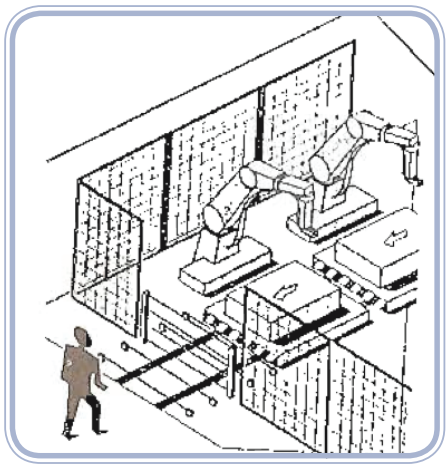


Figura 13.2: Barreira óptica
Fonte: Zocchio e Pedro (2002)

13.2.2 Cortina óptica

A cortina óptica é introduzida em zonas de perigo de máquinas e equipamentos, para evitar que mãos ou qualquer outra parte do corpo sejam atingidas.

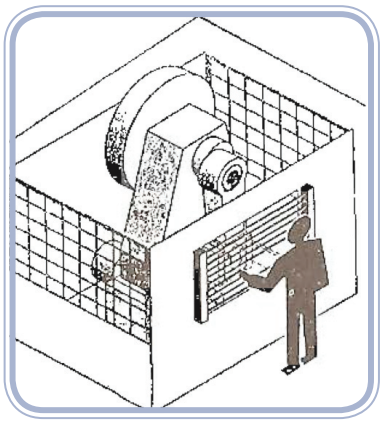


Figura 13.3: Cortina óptica
Fonte: Zocchio e Pedro (2002)

Uma aplicação muito comum desse dispositivo ocorre em prensas e equipamentos similares, os quais têm um risco muito grande de ocasionar acidentes.

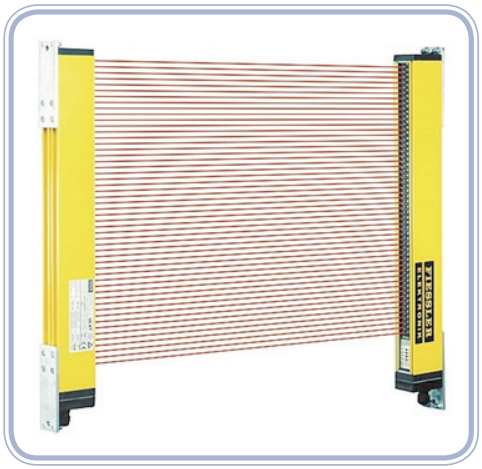


Figura 13.4: Cortina óptica em detalhes
Fonte: http://www.choicetech.com.br

13.2.3 Tapete de segurança

É um dispositivo utilizado para impedir que pessoas estranhas se aproximem de áreas onde estão instaladas máquinas e equipamentos de grande porte, que possam apresentar alto risco e/ou que não devam ser cercadas. O tapete é acionado por pressão, interrompendo assim o fornecimento de energia da maquinaria (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

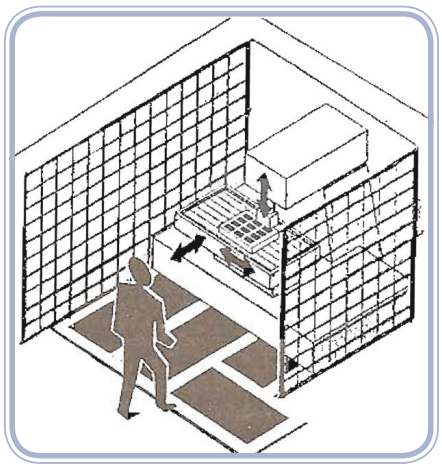


Figura 13.5: Tapete de segurança
Fonte: Zocchio e Pedro (2002)

Resumo

Nessa aula você deu continuidade ao seu aprendizado em sistemas de segurança, aprendendo sobre dispositivos de segurança. Você pôde conhecer também quais são as classes de dispositivos de segurança consideradas pela NR-12 e estudar alguns dos sensores de segurança bastante aplicados na indústria.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet alguns exemplos de dispositivos de segurança que não foram abordados nesta aula, como por exemplo: comandos elétricos ou interfaces de segurança, válvulas e blocos de segurança ou sistemas pneumáticos e hidráulicos de mesma eficácia, dispositivos mecânicos e dispositivos de validação. Anote no espaço abaixo o nome e a finalidade dos dispositivos de segurança que você pesquisou.

Aula 14 - Comando bimanual

Nesta aula apresentaremos o que é comando bimanual. Você aprenderá como esse dispositivo de acionamento de máquinas atua na segurança em máquinas e equipamentos.

14.1 O que é comando bimanual?

Comando bimanual é um dispositivo de acionamento de máquinas e equipamentos, que tem como objetivo manter as duas mãos do operador ocupadas e fora da área de perigo, durante a etapa crítica de operação (ZOCCHIO; PEDRO, 2002

Figura14. 1: Prensa acionada por comando bimanual.
Fonte: SESI (2008).

Os comandos bimanuais podem estar fixados na máquina ou instalados em pedestais. Uma vantagem dos pedestais é que eles podem ter regulagem de altura, favorecendo o lado ergonômico da operação.

No entanto, é importante ressaltar que, independente da operação em que são empregados, os comandos bimanuais devem atender as seguintes exigências:

A distância entre os botões de acionamento não deve permitir que ambos sejam alcançados com uma só mão ou com o auxílio do antebraço;

Um só botão não pode acionar o ciclo da máquina estando o outro travado;

O ciclo operacional da máquina só deve ser iniciado com ambos os botões acionados simultaneamente. Para garantia de segurança, nessa simultaneidade só é permitida uma defasagem máxima de 0,5 segundo no acionamento dos botões.

A distância entre o comando e o ponto de operação deve ser determinada de tal forma que as mãos não tenham tempo de chegar ao ponto perigoso (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

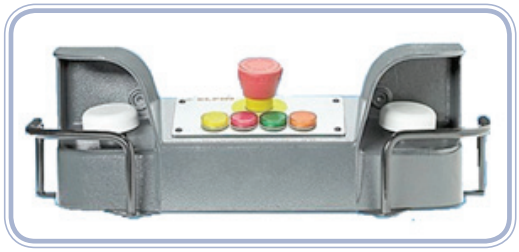


Figura 14.2: Comando bimanual
Fonte: http://www.choicetech.com.br

Em complemento ao que foi exposto, vejamos o que item 12.24 da NR-12 diz a respeito dos dispositivos de acionamento em geral, mas que também se aplica ao comando bimanual:

- **12.24** Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que:

a) não se localizem em suas zonas perigosas;
b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;
c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
d) não acarretem riscos acidentais; e
e) não possam ser burlados.

Para saber mais sobre requisitos de segurança em dispositivos de partida, acionamento e parada, e em especial sobre o comando bimanual, consulte a NR-12 e a NBR-14152 que trata de: "Segurança de máquinas –Dispositivos de comando bimanuais – Aspectos funcionais e princípios para projeto."

Saiba mais:

É importante que você estude as normas regulamentadoras e demais normas técnicas, para que você tenha uma ótima formação e seja um profissional reconhecido pelo mercado de trabalho.

Resumo

Nessa aula você aprendeu o que são comandos bimanuais e conheceu algumas exigências que esses dispositivos de acionamento devem atender, de forma que sejam eficientes na prevenção de acidentes do trabalho.

Aula 15 - Segurança em prensa e equipamentos similares

O objetivo desta aula é apresentar conceitos de segurança no trabalho com prensa e equipamentos similares, tendo como base o Anexo VIII da NR-12. Com os conceitos a serem estudados nesta aula, você será capaz de compreender quais são os riscos gerais envolvidos com esta família de equipamento, e como adotar medidas de segurança para proteção dos trabalhadores.

15.1 Definições e aplicações

De acordo a definição da NR-12, as prensas são máquinas utilizadas na conformação e corte de materiais diversos, nos quais o movimento do martelo - punção, é proveniente de um sistema hidráulico ou pneumático - cilindro hidráulico ou pneumático, ou de um sistema mecânico, em que o movimento rotativo se transforma em linear por meio de sistemas de bielas, manivelas, conjunto de alavancas ou fusos.

Para que você possa melhor compreender como funciona uma prensa e quais são seus principais riscos, precisamos inicialmente apresentar algumas definições do anexo VIII da NR-12, que trata de prensas e similares:

1.1. As prensas são divididas em:

a) mecânicas excêntricas de engate por chaveta ou acoplamento equivalente;
b) mecânicas excêntricas com freio ou embreagem;
c) de fricção com acionamento por fuso;
d) servoacionadas;
e) hidráulicas;
f) pneumáticas;
g) hidropneumáticas; e
h) outros tipos não relacionados neste subitem.

1.2. Máquinas similares são aquelas com funções e riscos equivalentes aos das prensas, englobando: martelos de queda; martelos pneumáticos; martelletes; dobradeiras; recalcadoras; guilhotinas, tesouras e cisalhadoras; prensas de compactação e de moldagem; dispositivos hidráulicos e pneumáticos; endireitadeiras; prensas enfardadeiras; e outras máquinas similares não relacionadas neste subitem.

1.3. Ferramentas – ferramental, estampos ou matrizes são elementos fixados no martelo e na mesa das prensas e similares, com função de corte ou conformação de materiais, podendo incorporar os sistemas de alimentação ou extração relacionados no subitem 1.4.

1.4. Sistemas de alimentação ou extração são meios utilizados para introduzir a matéria-prima e retirar a peça processada da matriz, e podem ser: manuais; por gaveta; por bandeja rotativa ou tambor de revólver; por gravidade, qualquer que seja o meio de extração; por mão mecânica; por transportador ou robótica; contínuos - alimentadores automáticos; e outros sistemas não relacionados neste subitem.

Na Figura 15.1, apresentamos o exemplo de uma prensa mecânica excêntrica de embreagem com destaque de suas partes principais:

A) martelo;
B) mesa;
C) pedal de acionamento e
D) volante de transmissão de movimento.

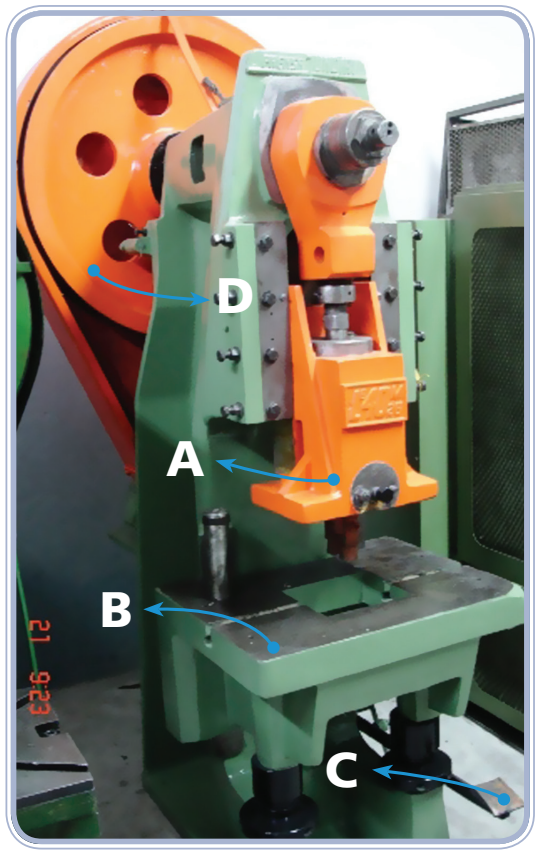


Figura 15.1: Prensa excêntrica e suas partes principais
Fonte: http://tecsafety.blogspot.com

É importante ressaltar que tanto as prensas quanto os equipamentos similares têm ampla utilização na indústria mecânica. Assim, citaremos alguns exemplos básicos das suas aplicações:

- Prensa hidráulica para conformação de chapas, como por exemplo, a parte externa das portas de geladeiras;
- Prensa mecânica para fabricação de componentes de contatos elétricos de interruptores;
- Martelos de queda utilizados em operação de forjamento em conformação mecânica;
- Guilhotina para corte de chapas em oficinas que trabalham com chapas de metal;
- Prensas de compactação de latinhas de alumínio em empresas de reciclagem.

15.2 Sistemas de comando

O comando está relacionado com o meio de iniciar ou interromper o ciclo do processo de prensagem (descida e subida do martelo/ punção), variando em função do tipo de equipamento, devendo ser observado alguns itens do Anexo VIII da NR-12, conforme destacaremos a seguir:

4.1. As prensas mecânicas excêntricas com freio ou embreagem pneumático, as prensas pneumáticas e seus respectivos similares, devem ser comandados por válvula de segurança específica com fluxo cruzado, monitoramento dinâmico e livre de pressão residual.

4.2. As prensas mecânicas excêntricas com freio ou embreagem hidráulico e seus respectivos similares devem ser comandados por sistema de segurança composto por válvulas em redundância, com monitoramento dinâmico;

É extremamente importante fazer a leitura dos demais itens do Anexo VIII da NR-12.

15.3 Dispositivos de parada de emergência

De acordo com o item 5.1 do Anexo VIII da NR-12, as prensas e similares devem possuir dispositivos de parada de emergência que garantam a parada segura do movimento da máquina ou equipamento, conforme os itens 12.56 e 12.63 e seus subitens. Para dar continuidade ao aprendizado, vejamos mais alguns itens do Anexo VIII da NR-12:

5.2. O sistema de parada de emergência da prensa deve ser preparado para interligação com os sistemas de parada de emergência de equipamentos periféricos tais como desbobinadores, endireitadores e alimentadores, de modo que o acionamento do dispositivo de parada de emergência de qualquer um dos equipamentos provoque a parada imediata de todos os demais.

5.3. Quando utilizados comandos bimanuais conectáveis por plug ou tomada removíveis, que contenham botão de parada de emergência, deve haver também dispositivo de parada de emergência no painel ou no corpo da máquina.

5.4. Havendo vários comandos bimanuais para o acionamento de uma prensa ou similar, devem ser ligados de modo a garantir o funcionamento adequado do botão de parada de emergência de cada um deles, nos termos desta Norma.

Na figura 14.2 da aula 14 mostramos um exemplo de comando bimanual, interligado com botão de emergência (botão vermelho).

15.4 Monitoramento da posição do martelo ou punção

O martelo ou punção é a parte móvel que realiza movimento alternativo linear, conforme discutido na aula 11, sendo esta parte responsável por um grande número de acidentes que resultam em mutilação das partes do operador, principalmente das mãos. O Anexo VIII da NR-12 apresenta alguns itens muito importantes relativos ao monitoramento de posição do martelo:

6.1. Nas prensas mecânicas excêntricas com freio ou embreagem e similares, com zona de prensagem não enclausurada, ou cujas ferramentas não sejam fechadas, a posição do martelo deve ser monitorada por sinais elétricos produzidos por equipamento acoplado mecanicamente ao eixo da máquina.

6.2. Nas prensas hidráulicas, pneumáticas e similares, com zona de prensagem não enclausurada, ou cujas ferramentas não sejam fechadas, a posição do martelo deve ser monitorada.

6.3. Para prensas em que não seja possível garantir a parada segura do martelo em função de sua velocidade e do tempo de resposta da máquina, não é permitido o uso de cortinas de luz para proteção da zona de prensagem, ficando dispensada a exigência do subitem 6.1 deste Anexo, devendo a zona de prensagem ser protegida com proteções fixas ou móveis com intertravamento com bloqueio, de acordo com os itens 12.38 a 12.55 e seus subitens desta Norma.

15.5 Pedais de acionamento

Os pedais de acionamento do ciclo de trabalho da prensa, os quais são acionados por um dos pés do operador, ainda são muito utilizados na indústria. No entanto, seu uso deve obedecer ao proposto no Anexo VIII da NR-12. Vejamos alguns dos itens relacionados:

7.1. As prensas e similares que possuem zona de prensagem ou de trabalho enclausurada ou utilizam somente ferramentas fechadas podem ser acionadas por pedal com atuação elétrica, pneumática ou hidráulica, não sendo permitido o uso de pedais com atuação mecânica ou alavancas;

7.2. Os pedais de acionamento devem permitir o acesso somente por uma única direção e por um pé, devendo ser protegidos para evitar seu acionamento acidental.

No link (http://www.tribunadeindaia.com.br/noticias/policia/1766-operador-sofre-acidente-em-prensa-de-metalurgica.html), você verá a descrição de um acidente com prensa que aconteceu em ambiente metalúrgico.

Resumo

Nessa aula você estudou basicamente o Anexo VIII da NR 12, que trata da segurança no equipamento prensa e seus similares, considerando sua classificação, suas respectivas utilizações, as observações com relação ao comando do equipamento (iniciar/parar), os tipos de dispositivos de parada de emergência indicados, como é realizado o monitoramento da posição do martelo e sobre o acionamento-comando por meio de pedais.

Atividades de aprendizagem

Complete a cruzadinha abaixo, respondendo as seguintes questões:

a) Parte móvel da prensa que realiza movimento alternativo linear. É responsável por um grande número de acidentes de trabalho envolvendo mutilação de mãos;

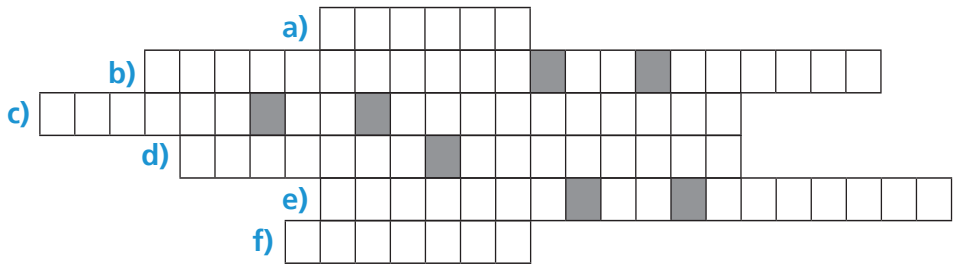
b) É uma das aplicações da prensa;

c) Dispositivo obrigatório em prensas;

d) Podem ser utilizados para acionar prensas;

e) Está relacionado com o meio de iniciar ou interromper o ciclo de processo de prensagem (descida e subida do punção);

f) Sinônimo de punção.



Resposta: Punção; conformação de chapas; parada de emergência; comando bimanual; sistema de comando, martelo.

Aula 16 - Segurança em trabalho com guilhotina

O objetivo desta aula é apresentar detalhes sobre a segurança no trabalho com guilhotina, em específico para corte de metais, tendo como base o Anexo VIII da NR-12. Com os conceitos a serem estudados nesta aula, você será capaz de considerar os riscos gerais envolvidos no trabalho com este equipamento, usado no corte de materiais, assim como medidas de segurança para proteção dos trabalhadores que utilizam-no.

16.1 Características da guilhotina

De acordo com Bueno (1996) a guilhotina seria um instrumento medieval de decapitação, em que o golpe era realizado por uma lâmina triangular que caia de certa altura, realizando o corte. Do ponto de vista máquina/equipamento, a guilhotina tem outra finalidade e seu princípio de funcionamento é semelhante ao de uma tesoura, com a característica de que uma lâmina estaria fixa e outra seria móvel, gerando o efeito de corte do material, que está posicionado entre as duas lâminas.

Considerando as disposições do Anexo VIII da NR-12, a guilhotina é um equipamento que apresenta risco similar ao da família das prensas, até em função do mecanismo de acionamento e de segurança serem também similares.

Em sua configuração mais representativa, essas máquinas possuem capacidade para cortar chapas de pequena espessura e tem acionamento por pedal. Nestes casos, sua operação oferece risco de acidentes graves quando o equipamento permite acesso das mãos ou dedos à linha de corte ou de esmagamento pela prensa-chapa (MENDES, 2001).

A folha ou chapa é mantida rígida por dispositivos fixadores, enquanto a faca/lâmina superior se move para baixo até passar paralelamente a faca inferior, onde a maioria das chapas é cortada pela configuração da faca superior em um ângulo. A posição de uma faca pode ser ajustada para manter a distância ideal entre as facas. As guilhotinas podem ser acionadas mecanicamente, hidraulicamente ou pneumaticamente (ASM V14, 1995).

Na Figura 16.1 temos uma guilhotina de acionamento hidráulico considerada de ângulo variável, onde a inclinação da faca/lâmina de corte pode ser ajustada.

Nesta figura estão destacados em:

A) o pedal de acionamento;
B) a região protegida da faca superior de corte;
C) a mesa.

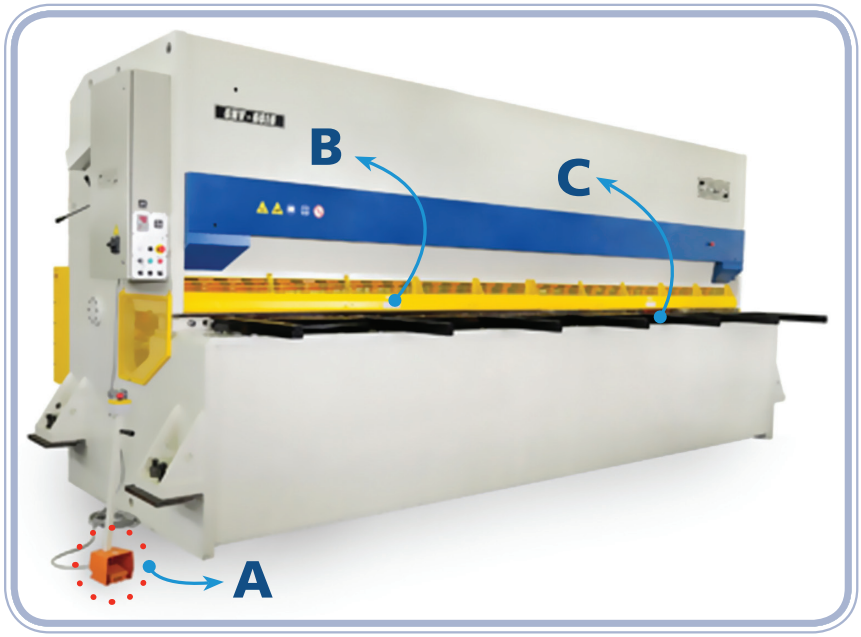


Figura 16.1: Guilhotina hidráulica de grande porte.
Fonte: http://www.newton.com.br

Após fixação da chapa sob a mesa da máquina guilhotina da Figura 16.1, o operador realiza o acionamento da faca/lâmina por meio do pedal vermelho em destaque na imagem.

16.2 Considerações sobre a segurança

No que diz respeito à segurança em trabalhos com guilhotinas, vemos que a proteção mais segura, simples e de baixo custo é a de tipo fixo, que deve cobrir a parte frontal em toda a extensão da região de risco, conforme mostra a figura 16.1. Ainda, a proteção deve ser dimensionada para permitir apenas o acesso do material a zona perigosa, isto é, de acordo com padrões estabelecidos para abertura dessa região, onde sua presença não deve criar outras regiões de risco. Também deve haver proteção fixa na parte traseira da máquina, para impedir o acesso à linha de corte por essa área (MENDES, 2001).

Na figura 16.2 mostramos alguns exemplos de medidas preventivas de segurança em uma guilhotina, sendo que a parte:

1. mostra a proteção traseira fixa;
2. ilustra as proteções laterais e frontal fixas (nas cores amarelas);
3. os botões de parada de emergência.

Figura 16.2: Medidas de segurança em uma guilhotina.
Fonte: http://www.newton.com.br

A aplicação da proteção traseira fixa da guilhotina se faz necessária, uma vez que se não houver a presença da mesma ou de outro dispositivo de segurança na parte traseira da máquina, uma pessoa pode acessar essa região e ser vitimada pelo deslocamento do conjunto, após acionamento do ciclo pelo operador principal, visto que o operador não tem visão da parte traseira da máquina em equipamentos de grande porte. Desta forma, a proteção atua como uma barreira física, conforme podemos ver na parte (1) da figura 16.2.

Já a aplicação de proteções lateral e frontal fixas serve para evitar que o operador ou outro funcionário, que esteja no local de trabalho, coloque partes do corpo ou objetos na região de trabalho da faca. Estas partes estão destacadas em amarelo na parte (2) da figura 16.2.

Novamente na figura 16.2, parte (3), é possível verificar a presença dos botões de emergência, sendo um junto ao pedal de acionamento hidráulico e outro no painel eletrônico da máquina. Se um destes botões for acionado, o equipamento gera um bloqueio hidráulico, fazendo com que a faca de corte pare seu avanço e retorne à posição inicial, antes do início do corte.

No link abaixo você poderá verificar o resultado de alguns acidentes com a guilhotina. Isso o ajudará a perceber a necessidade de o técnico em segurança ser exigente quanto ao cumprimento das Normas de Segurança em equipamentos como esse. Acesse: http://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/busca?q=AMPUTA%C3%87%C3%83O+DA+FALANGE+m%C3%A9dia+do+2%C2%BA+quirod%C3%A1ctilo+esquerdo&s=jurisprudencia.

Além das medidas citadas acima, é possível instalar sistemas de segurança adicionais, como os apresentados nas figuras 16.3 e 16.4. Na figura 16.3, temos um dispositivo de intertravamento elétrico associado à proteção frontal/lateral da máquina. Conforme vimos na aula 12, se a proteção estiver aberta, esse dispositivo faz com que o ciclo da máquina não seja liberado para ser iniciado. Já a figura 16.4 ilustra a instalação de uma barreira de luz, para evitar que pessoas adentrem na região traseira da máquina, que é uma região de grande risco da guilhotina.

Figura 16.3: Intertravamento elétrico da grade de proteção.
Fonte: http://www.newton.com.br

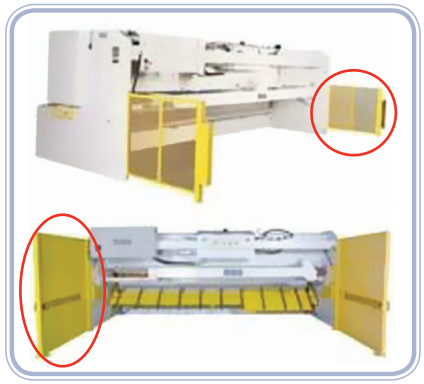


Figura 16.4: Barreira de luz para proteção traseira.
Fonte: http://www.newton.com.br

Resumo

Nessa aula você estudou os fundamentos de segurança relacionados a equipamento de corte de materiais chamado guilhotina. Você aprendeu sobre o seu princípio de corte, os riscos envolvidos e as principais medidas de segurança que devem ser adotadas, como a instalação de proteções para evitar o acesso de partes do corpo à região de trabalho da lâmina ou faca de corte.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet, e na NR12, e anote no espaço abaixo que medidas adicionais de segurança devem ser adotadas no trabalho com guilhotinas:

Aula 17 - Injetora de materiais plásticos

O objetivo desta aula é apresentar aspectos da segurança no trabalho com equipamentos para injeção de materiais plásticos, tendo como base o Anexo IX da NR-12. Com os conceitos a serem estudados neste capítulo, você entenderá as características funcionais dos equipamentos utilizados para injeção de materiais plásticos, os riscos envolvidos a eles, e os requisitos de segurança a serem adotados, principalmente no que diz respeito à área do molde.

17.1 Injetora e seus componentes

Você sabia que a palavra plástico significa **capaz de ser moldado**? Sendo assim, os materiais plásticos podem ser moldados, no equipamento denominado injetora, quando submetidos a condições de temperatura elevada e pressão.

De acordo com a definição do item 1 do Anexo IX da NR-12, injetora é a máquina utilizada para a fabricação descontínua de produtos moldados, por meio de injeção de material no molde, que contém uma ou mais cavidades em que o produto é formado, consistindo essencialmente na unidade de fechamento - área do molde e mecanismo de fechamento, unidade de injeção e sistemas de acionamento e controle.

Ainda com base no Anexo IX da NR-12, destacaremos algumas definições importantes, relacionadas aos equipamentos utilizados para o processamento de polímeros ou plásticos. Conhecendo estas definições, ficará mais fácil para você compreender o funcionamento das injetoras, o que será explicado mais adiante. Entretanto, ressaltamos aqui que apenas algumas destas definições serão apresentadas e muitas delas serão escritas de forma simplificada. Para lê-las na sua forma completa, consulte o item 1.1 do referido Anexo.

- **Máquina injetora hidráulica:** máquina injetora em que os acionamentos dos eixos são executados por circuito hidráulico (transmissão de movimento usando óleo hidráulico);

- **Área do molde:** zona entre as placas fixa e móvel da máquina, onde o molde (ferramenta) é montado;

- **Mecanismo de fechamento:** mecanismo fixado à placa móvel para movê-la e aplicar a força de fechamento;

- **Força de fechamento:** força exercida pelo conjunto cilindro de injeção e rosca sobre a peça de plástico, que se solidifica dentro do molde de uma injetora;

- **Unidade de injeção:** unidade responsável pela plastificação e injeção do material no molde por meio do bico;

- **Injeção:** transferência da massa do cilindro de injeção para o molde, processo cíclico em que um material amolecido por calor é injetado dentro de um molde sob pressão, que se mantém até que o plástico tenha endurecido suficientemente para ser ejetado do molde;

- **Máquina injetora elétrica:** máquina injetora em que os acionamentos dos eixos são executados por atuadores elétricos - servomotores;

- **Estado de parada:** condição no qual não há movimento de uma parte da máquina;

- **Estado de parada segura:** estado de parada durante o qual medidas adicionais são tomadas para evitar disparo inesperado;

- **Parada:** desaceleração de um movimento de uma parte da máquina até que o estado de parada ocorra;

- **Parada segura:** parada durante a qual medidas adicionais são tomadas para evitar interrupção perigosa de movimento.

Na Figura 17.1, podemos visualizar um equipamento típico de injeção, cuja força de fechamento do molde é de 58 toneladas, utilizado para fabricar pequenos utensílios de plástico como potes e copos. Na figura 17.1 também estão indicadas algumas partes fundamentais do equipamento, cabendo destacar o isolamento da região de trabalho pela porta de travamento amarela (em C). Abaixo, temos as respectivas explicações de constituinte do equipamento:

A) Funil de alimentação da matéria-prima (onde é colocada a matéria-prima sólida);
B) Extrator hidráulico de peça (para retirar a peça pronta após ciclo de injeção e resfriamento);
C) Área do molde (onde é fixada a placa móvel e placa fixa do bico de injeção);
D) Bico de injeção (para forçar o material amolecido pelo calor para dentro do molde);
E) Painel de comando e regulagem do equipamento;
F) Unidade de fechamento do equipamento (onde está a ferramenta-molde);
G) Unidade de injeção do equipamento (conjunto para amolecer a matéria-prima e colocá-la no molde).

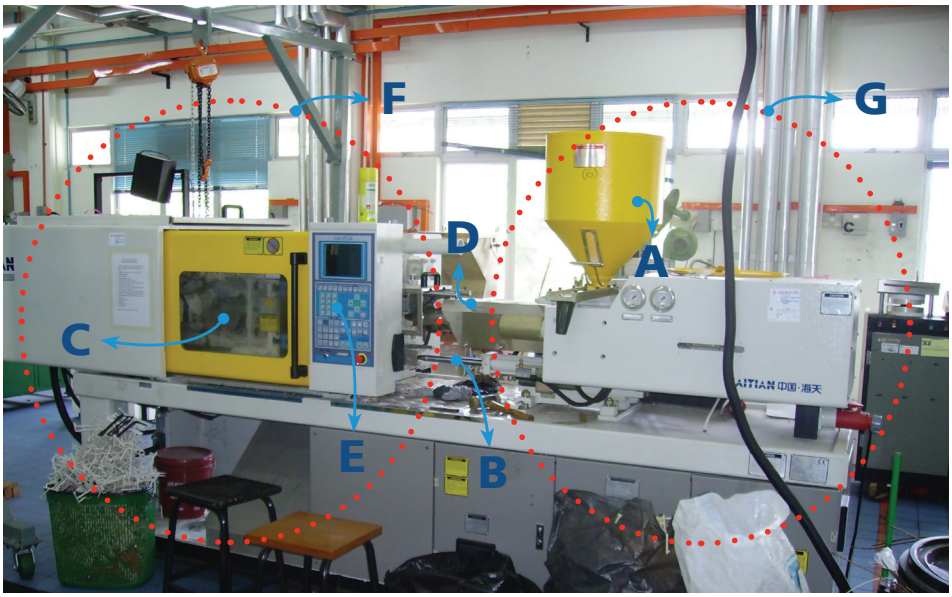


Figura 17.1: Injetora de plástico com algumas partes destacadas.
Fonte: http://www.cheme.utm.my

Ainda na figura 17.1, temos na região "C" a área do molde onde se localiza a ferramenta-molde (apresentada em destaque na figura 17.2) e que pertence à parte da máquina chamada de unidade de fechamento. Este local apresenta grande risco ao operador, em função de que quando o molde de duas partes é fechado para entrada do plástico em estado quase líquido, a força aplicada ao molde é elevada, gerando grave acidente caso haja membros do operador nesta zona de perigo, assim como risco de queimadura.

Para facilitar o entendimento, destacamos um exemplo de molde na figura 17.2, que é a ferramenta da injetora. O mesmo é dividido em duas partes, sendo uma fixa e outra móvel, estando localizados no equipamento da Figura 17.1 na região C (chamado de área molde). O molde em questão é utilizado para produzir um pequeno prato de plástico de cor verde.

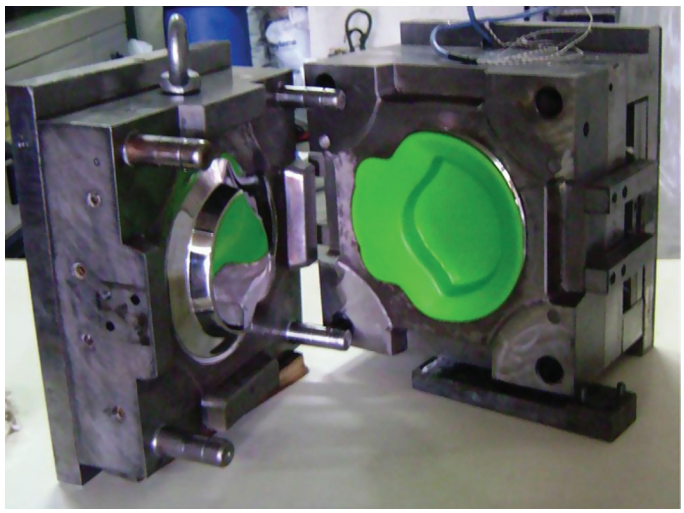


Figura 17.2: Molde da injetora, em aço, dividido em duas partes.
Fonte: http://www.phnmoldes.com.br

17.2 Requisitos de segurança e zonas de perigo nas injetoras

Com relação à área do molde (ferramenta com o formato da peça a ser preenchido pelo plástico conforme exemplo da figura 17.2), a qual constitui uma zona de perigo nas injetoras, destacamos os seguintes itens do Anexo IX da NR-12:

1.2.1.1. O acesso à área do molde onde o ciclo é comandado, ou frontal, deve ser impedido por meio de proteções móveis intertravadas - portas, dotadas de duas chaves de segurança eletromecânicas monitoradas por interface de segurança, atuando na unidade de comando de tal forma que a falha em qualquer um dos dispositivos de intertravamento ou em sua interligação seja automaticamente reconhecida, e ainda seja impedido o início de qualquer movimento posterior de perigo, conforme os itens 12.38 a 12.55 e subitens subsequentes desta Norma.

1.2.1.8. As proteções móveis intertravadas - portas devem ainda proteger contra outros movimentos, e quando forem abertas devem:

a) interromper o ciclo; a plastificação pode continuar se o espirramento de material plastificado for impedido e a força de contato do bico não puder provocar situações de perigo;
b) impedir movimento de avanço da rosca ou pistão de injeção;
c) impedir movimento de avanço da unidade de injeção; e
d) impedir movimentos perigosos dos extratores machos e peças e de seus mecanismos de acionamento.

Cabe destacar que os itens 1.2.1.1 e 1.2.1.8 consideram que uma vez aberta a porta amarela da Figura 17.1, que dá acesso a área do molde da máquina injetora, os sensores devem bloquear qualquer tipo de movimento, assim como se o equipamento já estiver operando, a porta deverá permanecer travada não permitindo abertura da mesma e acesso das mãos do operador a esta zona de perigo, o que poderia resultar em acidentes gravíssimos, como mutilação desse membro.

Já com relação à área do mecanismo de fechamento (fechamento das duas partes do molde, como os mostrados na figura 17.2), a qual também corresponde a uma zona de perigo da injetora, podemos destacar os seguintes itens do Anexo IX da NR-12:

1.2.2.1. O acesso à zona de perigo do mecanismo de fechamento deve ser impedido por meio de proteção fixa ou proteção móvel intertravada - porta.

1.2.2.2. Proteção móvel intertravada - porta, frontal e traseira, deve possuir chave de segurança monitorada por interface de segurança, que atue no circuito de potência e desligue o motor principal.

Cabe destacar que a proteção representada pela porta amarela da figura 17.1 é obrigatória, e se a mesma for aberta com o equipamento operando, os movimentos do equipamento devem parar.

Agora, com relação a proteção do cilindro de plastificação e bico injetor, destacamos os itens do Anexo IX da NR-12:

1.2.3.1. O cilindro de plastificação deve ter proteção fixa para impedir queimaduras resultantes do contato não intencional em partes quentes da unidade de injeção em que a temperatura de trabalho exceda 80° C e, em complemento, deve ser fixada uma etiqueta indicando alta temperatura.

1.2.3.2. O bico de injeção deve possuir proteção móvel intertravada com uma chave de segurança monitorada por interface de segurança, que interrompa todos os movimentos da unidade de injeção.

Os itens 1.2.3.1 e 1.2.3.2, que tratam do cilindro de plastificação (onde o plástico se transforma em uma massa quase liquida) e o bico de injeção (que força o material para o molde) as quais são regiões do equipamento que trabalham com temperatura elevada (entre 60° a 160° C), estabelecem a necessidade de se ter proteção contra contato direto pelo risco de queimadura

No link http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392003000200004, você vai ter acesso a um artigo científico que trata da segurança do trabalhador que atua na área de injeção, incluindo estatística de acidentes para o estado de São Paulo.

(no caso do cilindro) e de parada de movimento (no caso do bico), se ocorrer acesso à zona de perigo, ou seja, à área do molde.

Resumo

Nessa aula você estudou a respeito do Anexo IX da NR 12, o qual trata da segurança no equipamento para injeção de plástico, considerando detalhes sobre o equipamento, zonas de perigo, principais partes do equipamento e considerações de segurança relacionadas à área de fechamento do molde, do cilindro de plastificação e da área de alimentação.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet estatísticas oficiais de acidentes de trabalho com injetoras de plástico, ocorridos no Brasil. Com base no que você pesquisou, você considera esses números elevados ou baixos? O que poderia ser feito para reduzir estes índices?

Aula 18 - Equipamentos mecânicos de panificação

O objetivo desta aula é apresentar detalhes sobre a segurança no trabalho com equipamentos mecânicos de panificação e confeitaria, em especial a amassadeira e o cilindro. Para isso, mostraremos os principais requisitos de segurança estabelecidos no Anexo VI da NR-12. A partir dos conceitos estudados aqui, você será capaz de compreender os riscos envolvidos na operação de máquinas de panificação, assim como as medidas de segurança que devem ser adotadas para proteção dos trabalhadores.

18.1 Acidentes e riscos na indústria da panificação e confeitaria

As máquinas mais utilizadas em atividades de panificação e confeitaria são: amassadeiras, batedeiras, cilindros, modeladoras, laminadoras, fatiadoras para pães e moinho para farinha de rosca. Devido ao grande risco apresentado pela amassadeira e o cilindro, nesta aula focaremos nossa atenção ao estudo destes equipamentos.

Para que você perceba a gravidade do quadro dos acidentes de trabalho no Brasil e, em particular, o grande percentual representado pelas ocorrências no setor da indústria de alimentação, especificamente na indústria de panificação, apresentaremos um dado obtido em 1996. Segundo levantamento efetuado pelo Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias de Panificação, Confeitarias e Afins de São Paulo, os acidentes com máquinas representaram cerca de 70% dos casos de doenças e acidentes graves, sendo que, desse percentual, mais da metade foram ocasionados por máquinas de cilindros de massa (MELO JR; RODRIGUES, 2005).

Numa empresa que opera com panificação e confeitaria, podemos destacar como sendo os principais riscos ocupacionais:

- **Riscos físicos:** ruído, calor e frio;
- **Riscos químicos:** poeira da farinha de trigo e produtos de limpeza;
- **Riscos biológicos:** fungos, bactérias e vetores (formigas e moscas);
- **Riscos ergonômicos:** repetitividade, postura inadequada, levantamento e transporte manual de carga, e trabalho em pé por longos períodos;

- **Riscos de acidentes:** arranjo físico inadequado, contato com materiais quentes, máquinas e equipamentos sem proteção, instrumento e equipamento de corte inadequado, queda de materiais, piso escorregadio, vazamento de GLP, fiação elétrica improvisada e armazenamento inadequado (SENAI MSST, 2005).

18.2 Amassadeira

De acordo com Bueno (1996), a amassadeira é a máquina que amassa a farinha para fazer o pão, ou seja, onde são colocados a farinha, água, óleo e afins para obter a massa do pão no ponto adequado para que seja, na sequência, submetido ao processo de cilindramento. Na Figura 18.1 temos um exemplo de uma amassadeira de média capacidade.

Figura 18.1: Amassadeira de médio porte para homogeneizar 100kg de farinha por ciclo
Fonte: http://www.armazem2000.com.br

A descrição das partes fundamentais da amassadeira e os requisitos de segurança relacionados a esse equipamento são tratados no item 2 do Anexo VI da NR-12. Vejamos alguns deles:

- **Bacia:** recipiente destinado a receber os ingredientes que se transformam em massa após misturados pelo batedor, podendo também ser denominado tacho e cuba.
- **Zonas perigosas da bacia:** região entre a bacia e outros elementos da máquina, inclusive sua estrutura e seus sistemas de movimentação, que possam oferecer riscos ao operador ou a terceiros.
- **Batedor:** dispositivo destinado a, por movimento de rotação, misturar os ingredientes e produzir massa, podendo ter diversas geometrias e ser denominado, no caso de amassadeiras, de garfo ou braço.

- **Zona perigosa do batedor:** região na qual o movimento do batedor oferece risco ao trabalhador, podendo o risco ser de aprisionamento ou de esmagamento.

2.2 O acesso à zona do batedor deve ser impedido por meio de proteção móvel intertravada por, no mínimo, uma chave de segurança com duplo canal, monitorada por relé de segurança – duplo canal conforme os itens 12.38 a 12.55 e seus subitens e quadro I, do item A, do Anexo I desta Norma.

2.3 O acesso às zonas perigosas da bacia deve ser impedido por meio de proteções fixas ou proteções móveis, intertravadas por, no mínimo, uma chave de segurança com duplo canal, monitorada por relé de segurança – duplo canal conforme os itens 12.38 a 12.55 e seus subitens e quadro I, do item A, do Anexo I desta Norma.

2.5 O acesso à zona do batedor e zonas perigosas da bacia somente deve ser possível quando o movimento do batedor e da bacia tenha cessado totalmente.

2.8 As amassadeiras devem possuir, no mínimo, dois botões de parada de emergência, conforme itens 12.56 a 12.63 e seus subitens desta Norma.

18.3 Cilindro de panificação

De acordo com o item 4.1 do Anexo VI da NR-12, considera-se cilindro de panificação a máquina de uso não doméstico, independente da capacidade, comprimento e diâmetro dos rolos cilíndricos, concebido para sovar a massa de fazer pães.

Podemos dizer que o cilindro de panificação consiste principalmente de dois cilindros paralelos tracionados, que giram em sentido inverso, de **mesa baixa**, **prancha de extensão traseira**, motor e polias, onde a região perigosa da máquina é a dos rolos.

Quanto ao preparo de massas na atividade de panificação, ela exige que após a definição do ponto na amassadeira, a mesma seja levada à máquina de cilindro de massa para afiná-la (MELO JR; RODRIGUES, 2005).

Os cilindros são específicos para sovar e laminar a massa de pão e na sua operação, o trabalhador fica posicionado em frente ao mesmo, passando a massa por cima dos cilindros para que ela retorne pelo vão entre eles. Assim, sem as devidas proteções, o equipamento oferece riscos de acidentes, na região dos cilindros e nas partes móveis de transmissão de força (MENDES, 2001).

A-Z

Mesa baixa:
É a prancha na posição horizontal, utilizada como apoio para o operador manusear a massa (Item 4.3a do Anexo VI da NR-12).>

Prancha de extensão traseira:
É a prancha inclinada em relação à base utilizada para suportar e encaminhar a massa até os cilindros (Item 4.3b do Anexo VI da NR-12

O risco de acidente passa a existir se for utilizado cilindro sem os dispositivos de segurança, tornando a tarefa passível de acidentes graves, como o esmagamento das mãos (MELO JR; RODRIGUES, 2005).

Para saber mais sobre as partes que compõem um cilindro de panificação, leia o item 4.3 do Anexo VI da NR-12 e observe a figura 1 deste Anexo.

Na Figura 18.2 temos um exemplo de cilindro médio com grade de proteção, rolos em ferro fundido e mesa em inox, com botões de parada de emergência. Nesta figura está destacado o rolete obstrutivo, o qual consiste em um rolo cilíndrico não tracionado, de movimento livre, posicionado sobre o cilindro superior, para evitar o acesso do operador à zona de perigo.

Figura 18.2: Cilindro para panificação, com destaque para o rolete obstrutivo
Fonte: http://www.armazem2000.com.br

Vejamos agora alguns dos itens de segurança estabelecidos pelo Anexo VI da NR-12, relacionados aos cilindros de panificação:

4.5 Entre o rolete obstrutivo e o cilindro tracionado superior deve haver proteção móvel intertravada - chapa de fechamento do vão entre cilindros - por, no mínimo, uma chave de segurança com duplo canal, monitorada por relé de segurança, duplo canal, conforme os itens 12.38 a 12.55 e seus subitens e quadro I do item A do Anexo I desta Norma.

4.5.2 O acesso à zona de trabalho entre o rolete obstrutivo e o cilindro tracionado superior - chapa de fechamento do vão entre cilindros - somente deve ser possível quando o movimento do cilindro tracionado superior tenha cessado totalmente por meio de sistema mecânico de frenagem, que garanta a parada imediata quando aberta a proteção móvel intertravada, ou acionado o dispositivo de parada de emergência.

4.6 A inversão do sentido do giro dos cilindros tracionados deve ser impedida por sistema de segurança mecânico, elétrico ou eletromecânico à prova de burla, instalado na transmissão de força desses cilindros.

4.7 A máquina deve possuir, no mínimo, dois botões de parada de emergência instalados um de cada lado, conforme itens 12.56 a 12.63 e subitens desta Norma.

Para saber mais detalhes sobre segurança no ramo de panificação, assista ao vídeo: http://www.sindipan.org.br/aipan_tv/index.php?flv=REGULAMENTACAONR12.flv.

Resumo

Nessa aula você aprendeu sobre os equipamentos mecânicos empregados nas atividades de panificação e confeitaria, em especial a amassadeira e os cilindros de panificação. Você entendeu seus princípios de funcionamento e seus principais riscos. Você conheceu também alguns dos itens de segurança do Anexo VI da NR-12que tratam de requisitos de segurança para estes equipamentos.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet qual é a aplicação das batedeiras, modeladoras, laminadoras, fatiadoras para pães e moinho para farinha de rosca em indústrias de panificação e confeitaria. Na sequência, estude os itens do Anexo VI da NR-12, que estabelecem requisitos específicos de segurança para estas máquinas.

Aula 19 – Introdução à soldagem

O objetivo desta aula é fornecer uma visão geral dos processos de soldagem utilizados nas indústrias. A partir dos conteúdos a serem estudados aqui, você compreenderá quais são os principais riscos envolvidos neste processo de fabricação, assim como os procedimentos de segurança que devem ser adotados em trabalhos com máquinas e equipamentos de soldagem.

19.1 O que é soldagem?

Diversos processos de fabricação mecânica utilizados para fabricação e recuperação de peças, equipamentos e estruturas são abrangidos pelo termo soldagem, nos quais soldagem é classicamente considerada como um processo de **união**. Mas a soldagem também pode ser um processo de deposição de material sobre uma superfície, com objetivo de recuperar peças desgastadas. Além disso, diferentes processos utilizados para corte e união de materiais estão classificados dentro das operações de soldagem (MARQUES *et al.*, 2005).

É importante destacar que as operações de soldagem têm grande aplicação nas atividades industriais, seja na parte metálica da construção civil, na construção naval, na indústria ferroviária, na indústria automobilística, na caldeiraria, na metalúrgica, na elétrica ou na mecânica. Para diferenciarmos os diversos tipos de processos de soldagem existentes, podemos utilizar como critério de classificação o tipo de fonte de energia empregado no processo, os quais podem ser: fonte química, fonte elétrica, fonte mecânica e fonte de energia radiante (SAAD, 1981).

Na sequência, explicaremos cada uma destas fontes de energia, visto que essas são um dos principais riscos de acidentes no trabalho com soldagem.

19.2 Fonte de energia química

A fonte de energia química é característica dos processos de soldagem cuja união dos materiais é obtida pelo aquecimento destes materiais até a sua fusão (transição do estado sólido para o líquido), por meio de uma chama entre um gás combustível e o oxigênio (MARQUES *et al.*, 2005; SAAD, 1981).

O principal exemplo de processo de soldagem com fonte de energia química é o oxi-gás ou oxi-combustível, cujo equipamento básico consiste de: cilindros de gás oxigênio e de combustível, reguladores de pressão-vazão, mangueiras e maçarico ou tocha de soldagem (MARQUES *et al.*, 2005).

Um conjunto de soldagem oxi-gás portátil, de 1 kg de gás, pode ser visto na Figura 19.1, onde A corresponde ao cilindro de acetileno, B corresponde ao cilindro de oxigênio e C mostra o conjunto de regulador de vazão e pressão do gás. Neste caso, o conjunto de soldagem está acondicionado em um pequeno carro para facilitar o transporte. Perceba, pela figura 19.1, que o cilindro de oxigênio é o de cor preta (o qual também poderia ser de cor verde), e o cilindro de combustível acetileno é o de cor avermelhada.

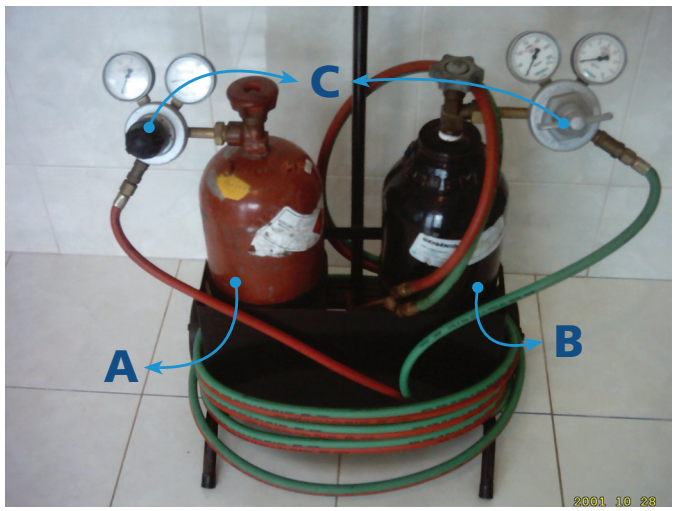


Figura 19.1: Conjunto de soldagem oxi-gás.
Fonte: http://www.profpc.com.br

Como medidas de segurança para soldagem oxi-combustível, devemos adotar a utilização de equipamentos de proteção individual, tais como: aventais de raspa, luvas de raspas e óculos de segurança para o soldador, onde esses óculos diferem-se dos óculos comuns de segurança pela necessidade de proteger os olhos contra radiação luminosa e gases, devendo ser utilizado tonalidades de 3 a 5. Ainda, com relação aos gases empregados, é necessário tomarmos os seguintes cuidados:

- Manter os cilindros de gases oxigênio e acetileno separados no almoxarifado, uma vez que o vazamento pode criar uma mistura explosiva;
- Após uso, fechar bem os cilindros vazios com a tampa específica;
- Jamais utilizar graxa ou óleo para lubrificar a rosca de montagem ou as válvulas de oxigênio, devido ao risco de explosão ao entrar em contato com o oxigênio do cilindro;

- Sempre providenciar válvulas anti-retrocesso de chama;

Colocar os cilindros em local isolado, preferencialmente fora do local de trabalho, e conduzir os gases por tubulação, onde o tubo de cor amarela será utilizado para o oxigênio e o de cor alumínio para acetileno. Para as mangueiras, a do oxigênio será a de cor vermelha e a do acetileno verde (MARQUES *et al.*, 2005; SAAD, 1981).

19.3 Fonte de energia elétrica

Grande parte dos processos de soldagem utiliza a fonte de energia elétrica. Dentre estes processos, destacamos os processos ao arco elétrico, os quais apresentam excelente combinação de características, como facilidade de controle, baixo custo relativo do equipamento e nível aceitável de riscos a saúde do trabalhador (MARQUES et al., 2005).

Nos processos de soldagem ao arco elétrico, o calor necessário à soldagem é obtido a partir de um arco voltaico, estabelecido entre as peças a serem soldadas ou entre as peças e um eletrodo, assim como da possibilidade da presença de uma atmosfera protetora da região de solda (SAAD, 1981).

É possível destacar três processos de soldagem ao arco elétrico de grande utilização, são eles:

- **Processo de soldagem com eletrodo revestido:** ou solda elétrica, muito utilizada em serralherias e em manutenção. Neste processo, o arco é estabelecido entre um eletrodo consumível e a peça a soldar.

- **Processo de soldagem TIG:** soldagem a arco estabelecido entre um eletrodo de tungstênio não-consumível e as peças a unir, sob uma atmosfera de gases inertes de proteção, como o argônio.

Processo de soldagem MIG/MAG: soldagem a arco estabelecido entre um eletrodo contínuo e sem revestimento de liga metálica consumível e as peças a unir, sob uma atmosfera de gases inertes (MIG) ou ativos (MAG) de proteção (MARQUES *et al.*, 2005).

Na Figura 19.2 temos um exemplo de uma fonte de soldagem para processos MIG/MAG, onde é possível visualizarmos o retificador de corrente (em B), que tem por objetivo controlar os parâmetros de soldagem e (em A) o cilindro de gás, necessário para o estabelecimento do arco elétrico e da proteção da região da solda.

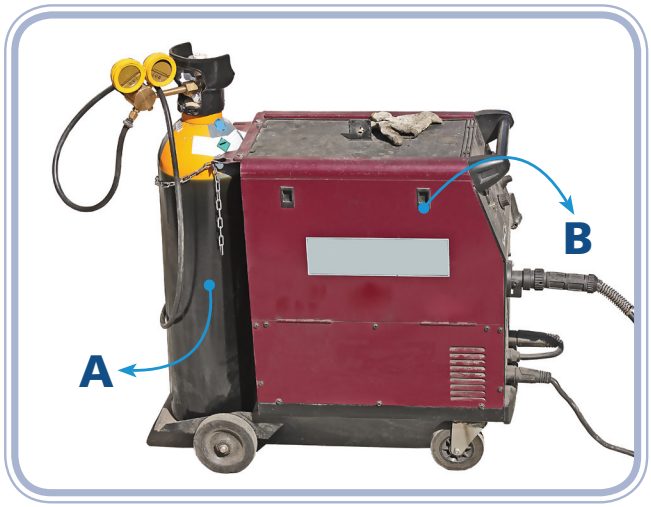


Figura 19.2: Equipamento típico para soldagem MIG/MAG
Fonte: http://www.sxc.hu

Com relação aos equipamentos de proteção individual, é necessário utilizar neste processo: perneiras, avental de segurança, luvas de raspa de couro, máscaras ou escudos que possuam lente com filtro para proteção facial e dos olhos. Na aula 20, forneceremos detalhes a respeito dos filtros e a sua relação com as variáveis dos processos de soldagem ao arco elétrico.

Ainda, é importante destacarmos a importância da proteção da respiração, devido aos "fumos do plasma" oriundos do arco elétrico e da reação dos materiais soldados, da necessidade de proteção contra choque elétrico por falta de aterramento e dos cuidados contra explosões na soldagem onde existam materiais ou resíduos de combustíveis (SAAD, 1981).

19.4 Demais fontes de energia

Para soldagem por fonte de energia mecânica, as peças são unidas sob pressão ou por condição de atrito, elevando a temperatura das superfícies em contato até a fusão ou não, sendo exemplos disso a soldagem por ultrassom e por atrito. Já na soldagem por energia radiante, os processos são baseados em um feixe de laser ou elétrons, onde um feixe de elevada energia é focalizado na superfície até que ocorra a fusão, como por exemplo a solda por laser (MARQUES *et al.*, 2005; SAAD, 1981).

Saiba mais: Para saber mais sobre um acidente envolvendo um trabalhador que manipulava partes do equipamento de soldagem oxi-gás com as mãos contaminadas por óleo lubrificante, acesse o link: http://tstsergiobigi.blogspot.com/2009/05/acidente-com-estacao-tipica-de-soldagem.html

Em relação às questões de segurança na soldagem por fonte mecânica, devemos atentar para as elevadas rotações da máquina, frequências de vibração atingidas e forças aplicadas, o que demanda proteção do ponto de operação do equipamento. Já na soldagem com fonte de energia radiante, está presente o risco da emissão de raios-x durante o bombardeamento das peças pelo feixe de radiação e partes líquidas que espirram durante a soldagem (SAAD, 1981).

Resumo

Nessa aula você estudou sobre os conceitos e riscos envolvidos com os principais processos de soldagem, por fonte de energia química, elétrica e demais fontes. Desta maneira, você deve ficar atento aos ambientes que possuam processo de fabricação por soldagem para o potencial de risco envolvido, principalmente envolvendo energia elétrica, em função da intensa radiação luminosa emitida pelo arco elétrico e pelo risco de choque elétrico.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet medidas adicionais de segurança que devem ser adotadas no trabalho com soldagem ou corte oxi-gás.

Aula 20 - Segurança em processos de soldagem ao arco elétrico

Devido à grande aplicação dos processos de soldagem ao arco elétrico na indústria, o objetivo desta aula é aprofundar os conceitos vistos no capítulo anterior, enfatizando os riscos envolvidos nestes processos, em específico, e as medidas de segurança que devem ser adotadas para a proteção dos trabalhadores.

20.1 Aspectos gerais de segurança

Dentre os diversos tipos de processos de soldagem que utilizam o arco elétrico como fonte de energia, podemos citar a goivagem com grafite, a goivagem com plasma, o corte por plasma, a soldagem ao arco submerso, a soldagem a plasma, a soldagem com arame tubular, a soldagem com eletrodo revestido, a soldagem MIG/MAG e a soldagem TIG. De forma geral, as considerações de segurança para estes processos de soldagem podem ser divididas em três grupos principais: regras de segurança relativas ao local de trabalho, regras de segurança relativas ao pessoal e regras de segurança relativas ao equipamento (ESAB, 2011).

Antes de explicarmos cada um desses grupos individualmente, é importante lembrarmos que, para que a segurança do trabalho seja bem sucedida, é fundamental que tenhamos o apoio, a orientação e o envolvimento direto das chefias e gerências. No que se refere aos processos de soldagem, a direção deve estabelecer claramente os objetivos e o plano de segurança da empresa, o qual deve considerar: a seleção de áreas adequadas para as operações de soldagem e corte, exigências de compra de equipamentos de soldagem devidamente aprovados, estabelecimento e fiscalização das normas internas de segurança, treinamento no uso dos equipamentos e nas questões de segurança, procedimento em caso de emergências e de acidentes, assim como utilização de sinais de advertência e inspeção periódica (MARQUES *et al.*, 2005).

20.1.1 Regras de segurança relativas ao local de trabalho

Em relação ao local onde serão executadas as atividades de soldagem, devemos considerar os principais riscos existentes: incêndios e explosões, ventilação inadequada e presença de cilindros de gás.

O calor produzido pelo arco elétrico e as suas irradiações, por escórias quentes e por faíscas podem ser a causa de incêndios ou explosões. Consequentemente, toda área de soldagem ou corte deve ser equipada com sistema adequado de combate a incêndio e o pessoal envolvido, seja na supervisão de área, na operação ou na manutenção do equipamento, deve ser treinado no combate a incêndios. Assim, todo e qualquer trabalhador deve ser familiarizado com as seguintes medidas de prevenção e proteção contra incêndios:

- Garantir a segurança da área de trabalho (como por exemplo: usar biombos semelhantes ao mostrado na figura 20.1);
- Eliminar possíveis causas de incêndios;
- Instalar barreiras contra fogo e contra respingos;
- Nunca soldar, cortar ou realizar qualquer operação a quente numa peça que não tenha sido adequadamente limpa;
- Não soldar, cortar ou goivar em recipientes fechados ou que não tenham sido devidamente esvaziados e limpos internamente;
- Proceder à inspeção da área de trabalho após ter-se completado a soldagem ou o corte (ESAB, 2011).

Figura 20.1: Biombo com proteção UV para uso em atividade de soldagem
Fonte: http://www.dracmacomercial.com.br

Com relação à ventilação do local de trabalho, este deve possuir ventilação adequada de forma a eliminar os gases, vapores e fumos usados e gerados pelos processos de soldagem e corte, e que podem ser prejudiciais à saúde dos trabalhadores. Substâncias potencialmente nocivas podem ser liberadas

durante a soldagem ou o corte. Em muitos casos, a ventilação natural é suficiente, mas certas aplicações podem requerer uma ventilação forçada, como cabines com coifas de exaustão, conforme mostrado na figura 20.2. Ainda podem ser necessários filtros de respiração ou máscaras com suprimento individual de ar. O tipo e a importância da ventilação dependem de cada aplicação específica, do tamanho do local de trabalho, do número de trabalhadores presentes e da natureza dos materiais trabalhados (ESAB, 2011).

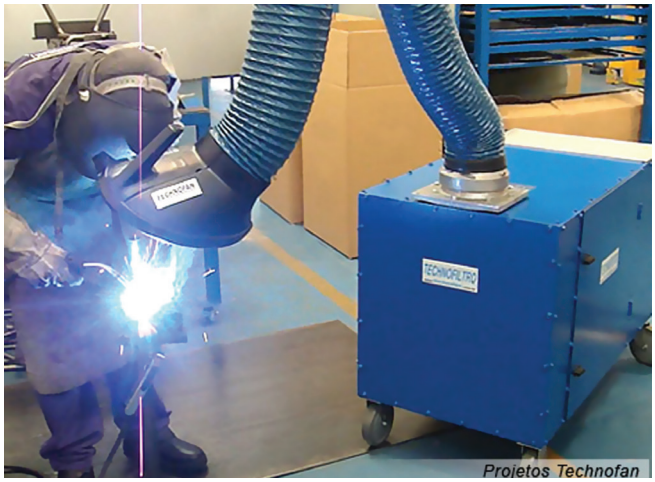


Figura 20.2: Exaustor portátil para soldagem em uso na soldagem MIG-MAG
Fonte: http://www.technofan.com.br

No que se refere aos cilindros de gás, o manuseio inadequado dos cilindros pode provocar a danificação ou ruptura da válvula de fechamento e a liberação repentina e violenta do gás que há em seu interior, causando riscos de ferimento ou morte (MARQUES *et al.*, 2005; ESAB, 2011). Desta forma, alguns cuidados muito importantes devem ser tomados:

- Observar as características físicas e químicas dos gases usados e seguir rigorosamente as regras de segurança específicas, indicadas pelo fornecedor;
- Usar somente gases reconhecidamente adequados ao processo de soldagem ou corte e à aplicação;
- Usar regulador de pressão específico para o gás usado e de capacidade apropriada à aplicação;
- Conservar sempre as mangueiras e conexões de gás em boas condições de trabalho;
- Manter os cilindros de gás sempre em posição vertical;
- Nunca conservar cilindros ou equipamento relativo a gases de proteção em áreas confinadas;
- Manter cilindros de gás distantes de chamas e de fontes de faíscas ou de calor (fornos e afins).

20.1.2 Regras de segurança relativas aos equipamentos

Quanto às regras de segurança voltadas aos equipamentos de soldagem, destacamos a necessidade de instalá-los e operá-los sempre de acordo com o manual de instruções do fabricante, além de realizar a sua devida manutenção e prever o seu aterramento, visto que este constitui uma proteção fundamental dos equipamentos. Devemos lembrar ainda que as máquinas de soldar ou cortar não devem ser utilizadas em locais alagados ou com poças de água, e que após o seu uso, as máquinas devem ser desligadas e isoladas da linha de alimentação (ESAB, 2011).

20.1.3 Regras de segurança relativas ao pessoal

Com relação à segurança do pessoal que executa as atividades de soldagem, devemos levar em conta os riscos de choque elétrico e existência de campos eletromagnéticos, assim como regras específicas de segurança corporal (proteção da visão, pele e da audição) (ESAB, 2011; MARQUES *et al.*, 2005).

Convém lembrarmos também que o arco elétrico de soldagem emite raios ultravioletas e infravermelhos, cujas exposições de longa duração podem provocar queimaduras graves e dolorosas da pele e danos permanentes à visão. É essencial garantir que os trabalhadores protejam os olhos da radiação do arco, pois este pode causar a queima da retina, e uma pequena exposição a radiação do arco pode causar uma irritação nos olhos conhecida como flash do soldador (MARQUES *et al.*, 2005).

Com base nisso, os filtros de proteção contra radiação são especificados por um número que indica sua capacidade de filtrar a radiação, de acordo com a operação de soldagem, diâmetro de eletrodo e corrente utilizada. Estes valores estão indicados no quadro 20.1.

Quadro 20.1: Lentes de proteção para soldagem e corte ao arco elétrico.

Operação	Diâmetro do eletrodo (mm)	Corrente de soldagem (A)	Filtro para proteção mínima	Filtro sugerido para conforto
Eletrodo Revestido	< 2,5	< 60	7	-
	2,5 – 4,0	60 – 160	8	10
	4,0 – 6,5	160 – 250	10	12
MIG-MAG e Arame Tubular		< 60	7	-
		60 – 160	10	11
		160 – 250	10	12
TIG		< 50	8	10
		50 – 150	8	12
		150 –500	10	14

Fonte: Adaptado de MARQUES *et al.* (2005).

Para saber mais sobre segurança em processos de soldagem ao arco elétrico, consulte: http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/biblioteca/upload/Apostila_Seguranca_na_Soldagem_rev0.pdf.

Resumo

Nessa aula você estudou mais a fundo os aspectos de segurança relacionados aos processos de soldagem ao arco elétrico. Você aprendeu também algumas regras de segurança relativas ao local de trabalho, ao equipamento, e ao pessoal envolvido neste processo.

Anotações

Aula 21 - Processos de usinagem: torneamento e fresamento

O objetivo desta aula é apresentar detalhes sobre a segurança no trabalho com máquinas e equipamentos para usinagem, em especial as destinadas para as operações de torneamento e fresamento. Com os conceitos a serem estudados aqui, você conhecerá os riscos envolvidos no processo de fabricação mecânica por usinagem, que afetam não só os trabalhadores diretamente envolvidos ao processo, mas também aqueles que estão próximos do local onde se desenvolvem atividades de usinagem.

21.1 O que é usinagem?

De acordo com Ferraresi (2003), as etapas envolvidas no processamento de materiais se dividem em duas grandes classes de trabalho: as operações de usinagem, as quais envolvem remoção de material da peça na forma de cavaco, e as operações de conformação mecânica, que envolvem deformação permanente do material, como é o caso das prensas mecânicas, conforme vimos na aula 15.

Nesta aula aprenderemos o que são processos de usinagem. Podemos dizer que o termo usinagem cobre uma vasta gama de processos de fabricação com característica própria de remoção do material indesejado, geralmente na forma de cavacos, a partir de uma matéria-prima inicial. A usinagem é utilizada para converter peças fundidas, forjadas, ou blocos pré-formados de metal em formas desejadas, com tamanho e acabamento especificado para cumprir exigências do projeto. Quase todo produto fabricado tem componentes que requerem usinagem, o que faz com que este conjunto de processos seja muito importante nas indústrias mecânicas (ASM V16, 1995).

Os processos de usinagem podem ser executados em uma ampla variedade de máquinas ou máquinas-ferramentas. Neste universo, destacamos as máquinas convencionais mecânicas e as controladas por computador, conhecidas por CNC (Computer Numerically Controlled). Alguns exemplos de máquinas-ferramentas básicas são: tornos, fresadoras, furadeiras, retíficas, brochadeiras, serras e plainas (ASM V16, 1995).

Em virtude da grande quantidade de máquinas-ferramentas existentes dentro do processo de fabricação mecânica por usinagem, abordaremos nesta aula apenas os dois processos fundamentais, o torneamento e o fresamento,

destacando suas características funcionais e seus principais riscos de acidentes.

21.2 Torneamento com torno manual

A-Z

Ferramentas monocortantes: são aquelas que possuem apenas uma aresta ou gume de corte.

O torneamento é o grupo de processos mecânicos de usinagem destinados à obtenção de superfícies de revolução, com auxilio de uma ou mais **ferramentas monocortantes**. Para que a operação ocorra, a peça gira em torno do eixo principal da máquina e a ferramenta se desloca paralelamente ao eixo citado.

Algumas vezes, outras operações de usinagem são executadas em conjunto com a de torneamento. Dentre essas, destacamos as operações de faceamento, furação longitudinal, roscamento, chanfrar, e retificar (ASM V16, 1995).

Quanto aos tipos de torneamento existentes, podemos ter o retilíneo, cilíndrico, cônico, radial, perfilamento e curvilíneo, sendo que para todas essas operações citadas, em função da quantidade de material removido, elas podem ser classificadas como sendo operação de desbaste ou acabamento. Acabamento é a operação de usinagem destinada à obtenção das dimensões e acabamento final da peça, enquanto que desbaste são as operações visando obter dimensões próximas da final (FERRARESI, 2003). Em outras palavras, no desbaste removemos mais material que no acabamento.

A máquina que faz o torneamento é conhecida como torno. É uma máquina-ferramenta muito versátil porque, além das operações de torneamento, pode executar operações que normalmente são feitas por outras máquinas como a furadeira, a fresadora e a retificadora, desde que realizadas algumas adaptações relativamente simples (ROSA, 2006).

O torno mais simples que existe é o torno universal, o qual está apresentado na figura 21.1. Ao estudarmos seu principio de funcionamento, é possível entendermos o funcionamento de todos os outros. Esse torno possui eixo e barramento horizontais e tem a capacidade de realizar todas as operações de torneamento já citadas. Assim, basicamente, todos os tornos, respeitando-se as suas variações de dispositivos ou dimensões exigidas em cada caso, são compostos pelas seguintes partes:

- **Corpo da máquina:** barramento, cabeçote fixo e móvel, caixas de mudança de velocidade;
- **Sistema de transmissão de movimento do eixo:** motor, polia, engrenagens, redutores;

- **Sistemas de deslocamento da ferramenta e de movimentação da peça em diferentes velocidades:** engrenagens, caixa de câmbio, inversores de marcha, fusos, vara, etc.;
- **Sistemas de fixação da ferramenta:** torre, carro porta-ferramenta, carro transversal, carro principal ou longitudinal e da peça: placas, cabeçote móvel;
- **Comandos dos movimentos e das velocidades:** manivelas e alavancas (ROSA, 2006).

Figura 21.1: Torno universal, neste caso tipo horizontal, com a placa de fixação da peça destacada.
Fonte: http://www.operatrizsp.com.br

- Para que o torno universal manual seja operado com segurança, o trabalhador deve estar atento para uma série de instruções, como:
- Familiarizar-se com o manual e com as regras de segurança do equipamento e do local;
- Não remover os equipamentos de proteção coletiva dos tornos, como a proteção de placa;
- Antes de usinar, verificar se o sentido de rotação está correto;
- Selecionar a ferramenta correta para cada operação fixando-a de forma cuidadosa, verificando a altura de fixação;
- Ter certeza que os parâmetros de trabalho com a ferramenta estão selecionados corretamente;
- Não tocar com as mãos nas rebarbas (cavaco) removidas da peça durante a usinagem;
- Só fazer medições de verificação dimensional da peça após a máquina parar os movimentos;
- O uso de luvas é proibido nos trabalhos de usinagem;
- Usar permanentemente óculos de proteção em policarbonato, como o apresentado na figura 21.2, devido aos cavacos ejetados em alta velocidade;

- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar permanentemente rede protetora ou outro recurso adequado, sendo proibido o uso de bonés para fixação dos cabelos (SENAI RSSO, 2005).

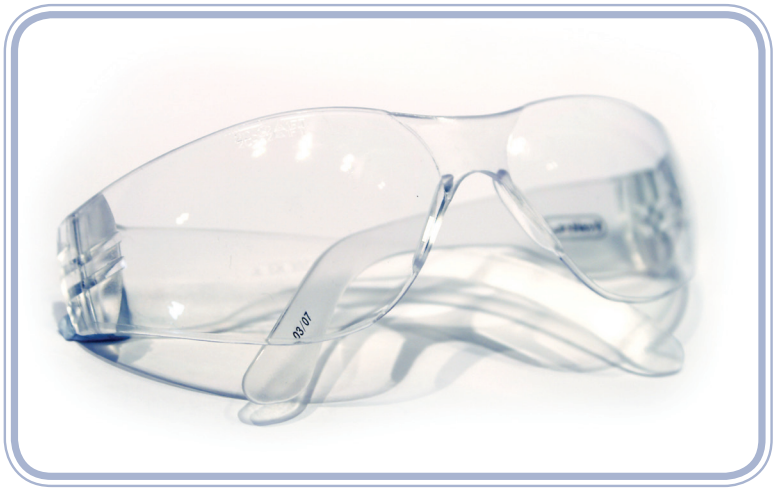


Figura 21.2: Óculos de segurança em policarbonato de uso obrigatório em usinagem.
Fonte: http://www.sxc.hu

As recomendações, feitas acima, enfatizam a necessidade e a obrigatoriedade de se treinar os trabalhadores para a função que eles irão realizar.

21.3 Fresamento com máquina manual

O fresamento é um processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de superfícies quaisquer com auxilio de ferramentas multicortantes. Para isto, a ferramenta gira e a peça ou ferramenta se deslocam segundo uma trajetória qualquer. De maneira geral, podemos ter as seguintes operações fundamentais de fresamento: frontal, tangencial, de superfície ortogonal, tangencial tipo rabo de andorinha, frontal de canaleta com fresa de topo, frontal especial com fresa de bola ou ponta esférica, tangencial de perfil e fresamento composto de perfil (FERRARESI, 2003).

O equipamento que realiza o fresamento é conhecido como fresadora. Na figura 21.3, destacamos uma fresadora manual. Para estes equipamentos, a orientação do fuso e o tipo de construção são as características que utilizamos para classificá-los. Assim, as máquinas com fusos horizontais paralelos à mesa são as mais comuns, embora as com fusos verticais perpendiculares à mesa também sejam amplamente utilizadas. Alguns equipamentos têm possibilidade de operar consecutivamente fusos na horizontal, vertical e angular (ASM V16, 1995).

Figura 21.3: Fresadora tipo universal utilizada em ferramentaria com destaque para a mesa móvel nos eixos x, y e z.
Fonte: http://www.operatrizsp.com.br/

- Para que a fresadora manual seja operada com segurança, o trabalhador deve estar atento para uma série de instruções, como:
- Familiarizar-se com o manual e com as regras de segurança do equipamento e do local;
- Certificar-se que a peça está presa corretamente sobre a mesa móvel e se os fixadores da peça não irão atrapalhar a fresagem;
- Só realizar medições e rebarbações após a máquina parar todos os seus movimentos;
- Nunca remover cavacos com as mãos ou com ar comprimido, somente com auxilio de pincel e com a máquina parada e sem movimentos;
- Ter cuidado com a utilização do avanço rápido da mesa e consequentemente da peça;
- Usar permanentemente óculos de proteção, conforme ilustrado na figura 21.2;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar permanentemente rede protetora ou outro recurso adequado, sendo proibido o uso de bonés para fixação dos cabelos (SENAI RSSO, 2005).

Como você pôde perceber, as recomendações de segurança para operação de usinagem por fresamento são similares às de torneamento, conforme já abordamos neste capítulo.

Para que você perceba a importância do operador de fresadora ou torno estar bem treinado, leia a matéria da Confederação Nacional dos Metalúrgicos que mostra um acidente de trabalho com uma fresadora. Disponível em: http://www.cnmcut.org.br/verCont.asp?id=11366.

Resumo

Nesta aula, você estudou as características funcionais e os riscos envolvidos com dois processos de usinagem muito utilizados em fabricação mecânica, o torneamento e o fresamento. Você conheceu algumas instruções de segurança que devem ser obedecidas pelos operadores destes equipamentos para que a atividade seja realizada com segurança, o que evidencia ainda mais a necessidade de se treinar os operadores para a função que eles irão executar.

Atividades de aprendizagem

Pesquise na internet e anote no espaço abaixo que instruções adicionais de segurança devem ser adotadas no trabalho com máquinas de usinagem convencionais ou manuais.

Aula 22 - Usinagem: furação, esmerilhamento e serramento

O objetivo desta aula é fornecer uma visão geral dos procedimentos de segurança em trabalhos com máquinas e equipamentos para usinagem por furação, esmerilhamento e serramento. Com os conceitos a serem estudados nesta aula, você conhecerá os principais riscos envolvidos nos processos de usinagem anteriormente citados.

22.1 Definições e conceitos

Conforme vimos na aula anterior, o termo usinagem está relacionado aos processos de fabricação que resultam em retirada de material na forma de cavaco para obtenção da peça final, seja por meio de ferramenta monocortante (uma aresta afiada) ou multicortante.

Os processos de furação, serramento e esmerilhamento, apesar de aparecerem em menor escala, são tão importantes quanto os processos de torneamento e fresamento, pois são muitas vezes utilizados em conjunto com outras operações de usinagem.

Destacamos, no entanto, que além dos processos convencionais de usinagem, cuja remoção de material é realizada por ferramenta monocortante ou multicortante, ainda temos uma grande quantidade de processos de usinagem, como os processos de usinagem por abrasão (ideia das lixas), em que a remoção do material é feita por ferramentas constituídas de grãos abrasivos ligados ou não por aglutinantes, com formas e dimensões definidas. Estes processos são empregados na etapa de acabamento da peça (FERRARESI, 2003). Veremos adiante que o processo de esmerilhamento é um destes exemplos, enquanto que a furação e o serramento utilizam ferramentas multicortantes.

22.2 Furação com máquina manual

A furação é um processo mecânico de usinagem destinado à obtenção de um furo em determinada peça, com auxílio de uma ferramenta multicortante (várias arestas afiadas cortantes) chamada broca. Nesta operação, a ferramenta ou a peça giram e simultaneamente a ferramenta ou a peça se deslocam segundo uma trajetória retilínea, coincidente ou paralela ao eixo principal da máquina (FERRARESI, 2003).

A furação pode ser feita em uma variedade de máquinas, como tornos, fresadoras e furadeiras. As furadeiras consistem de uma base, uma coluna que suporta um motor, um eixo onde se monta o mandril, o qual tem por finalidade travar a broca, e uma mesa de trabalho, conforme ilustra a figura 22.1. Para máquinas de pequeno porte, a base é colocada sobre uma bancada, mas para máquinas de maior porte, a base fica fixada no chão (ASM V16, 1995). Na figura 22.1, destacamos em A o mandril rotativo e em B a mesa móvel de uma furadeira.

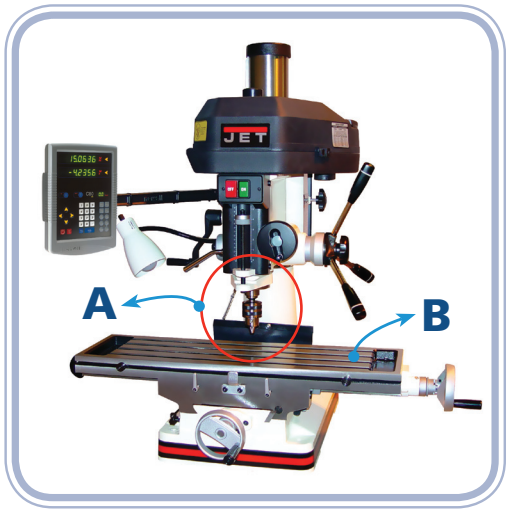


Figura 22.1: Máquina furadeira.
Fonte: http://www.sxc.hu

Para que a furadeira manual seja operada com segurança, o trabalhador deve estar atento à uma série de instruções, como:

- Familiarizar-se com o manual e com as regras de segurança do equipamento e do local;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar permanentemente rede protetora ou outro recurso adequado, devido ao risco dos cabelos se enrolarem no mandril rotativo;
- Não remover os cavacos com as mãos ou com ar comprimido, somente com pincel e equipamento desligado;
- Fixar a broca no mandril cuidadosamente, de maneira que não se solte;
- Prender a peça a ser furada firmemente de forma a evitar o giro e dobra da mesma;
- O uso de luvas é proibido nos trabalhos de usinagem;
- Usar permanentemente os óculos de proteção em policarbonato, como em toda operação de usinagem (SENAI RSSO, 2005).

Na figura 22.2, apresentamos algumas brocas, que são ferramentas da furação que exigem cuidado no seu manuseio, em função dos diversos gumes cortantes.

Figura 22.2: Brocas fabricadas em aço rápido, a ferramenta multicortante da furação.
Fonte: http://www.sxc.hu

22.3 Serramento

O serramento é um processo mecânico de usinagem destinado ao corte ou recorte de materiais, que utiliza ferramentas multicortantes de pequena espessura, normalmente chamadas de serra. Para tanto, a ferramenta gira ou se desloca de forma alternada, ou executa ambos os movimentos de forma combinada, enquanto que a peça se desloca ou fica parada, que é o que geralmente acontece (FERRARESI, 2003).

Os equipamentos utilizados para operações de serramento são: a serra alternativa mecânica, a serra fita, a serra circular, que na área de mecânica é substituída por um disco abrasivo passando a ser chamada de policorte, e a serra manual com arco (ASM V16, 1995). Desta forma, o processo de serramento pode ser dividido em duas formas básicas: o serramento retilíneo, como no caso de uma serra manual, e o serramento circular, como no caso de uma serra circular, utilizada para corte de madeira em marcenarias. Na figura 22.3, vemos a esquerda uma serra manual montada em arco de aço para operações de serramento de pequeno porte, e à direita serra circular rotativa para madeira.

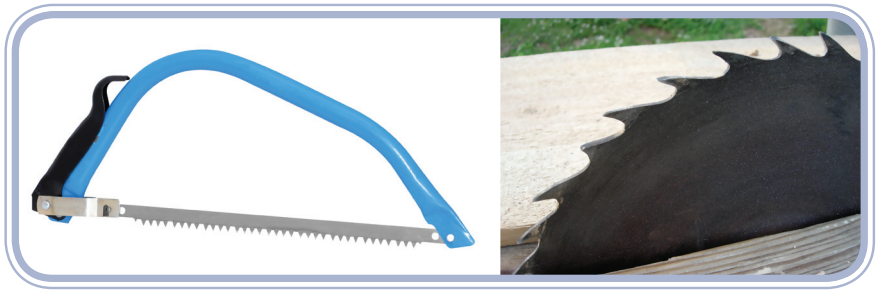


Figura 22.3: Serra manual e serra circular rotativa.
Fonte: http://www.sxc.hu

Para que a operação de serramento seja realizada com segurança, o trabalhador deve estar atento para uma série de instruções, como:

- Familiarizar-se com o manual e com as regras de segurança do equipamento e do local;
- Certificar-se que a peça está presa corretamente na morsa ou torno de bancada;
- Usar permanentemente sapatos de segurança, óculos de segurança e protetor auricular;
- Lembrar que o trabalho em dupla necessita de sincronismo e sinais precisos para o referido trabalho;
- Não remover a proteção dos discos de corte da policorte, e manter a distância entre a proteção dos dedos e a base superior a 8 milímetros;
- Usar uma peça de suporte quando estiver cortando peças pequenas de chapa de metal na policorte ou serra fita, ou de madeira, no caso da serra circular;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar permanentemente rede protetora ou outro recurso adequado, sendo proibido o uso de bonés para fixação dos cabelos;
- Tomar cuidado com os cantos vivos da chapa de metal após atividade de corte (SENAI RSSO, 2005).

22.4 Esmerilhamento

O esmerilhamento é um processo de usinagem que ocorre pelo mecanismo de abrasão, onde partículas de material na forma de pequenos cavacos são removidos, com auxílio de uma ferramenta de revolução, a qual pode ser um disco abrasivo ou rebolo. Nesta operação, a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam segundo uma trajetória determinada, podendo a peça girar ou não (FERRARESI, 2003).

Os equipamentos para realização desta operação podem ser as esmerilhadeiras ou as lixadeiras manuais empunhadas por um operador, conforme vemos na figura 22.4, ou até mesmo um esmeril de bancada.

Figura 22.4: Operação de esmerilhamento manual de solda em estrutura metálica.
Fonte: http://www.sxc.hu

Para que a operação de esmerilhamento manual seja realizada com segurança, o trabalhador deve estar atento a uma série de instruções, como:

- Verificar se o disco de esmerilhamento está em boas condições e fixado corretamente;
- Verificar a posição e a fixação correta da proteção do disco;
- Verificar as condições de isolação do cabo de conexão. Caso a isolação esteja danificada, não usar a máquina;
- Cuidar para que nenhuma fagulha atinja pessoas próximas ou materiais combustíveis;
- Usar obrigatoriamente protetor auricular e óculos de segurança (SENAI RSSO, 2005);

Para a realização de operações de esmerilhamento em equipamento de bancada (motoesmeril) ressaltamos também algumas recomendações de segurança, que devem ser atendidas pelo operador:

Para prevenir a quebra do rebolo, verificar se o tamanho e a rotação máxima do rebolo estão corretos;

- Antes de iniciar o trabalho de esmerilhamento, verificar se não há trincas no rebolo;
- Quando for substituir um rebolo, fazer um teste antes de iniciar o trabalho;
- Manter uma distância inferior a 2 milímetros entre o rebolo e o descanso ou capa de proteção;
- Se o operador perceber vibração periódica ou ruído anormal no esmeril, parar a máquina e comunicar o responsável pelo setor, sob risco de ruptura do rebolo;
- Usar obrigatoriamente protetor auricular e óculos de segurança;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar permanentemente rede protetora ou outro recurso adequado, sendo proibido o uso de bonés para fixação dos cabelos (SENAI RSSO, 2005).

Para saber mais detalhes sobre o risco envolvido ao realizar operações de esmerilhamento ignorando os procedimentos básicos de segurança no trabalho, acesse o link http://zonaderisco.blogspot.com/2009/05/acidente-com-esmeril.html

Resumo

Nessa aula você estudou as características funcionais e os riscos envolvidos com os processos de usinagem por furação, serramento e esmerilhamento. Você conheceu algumas instruções de segurança que devem ser obedecidas pelos operadores destes equipamentos para que a atividade seja realizada com segurança, o que evidencia ainda mais a necessidade de se treinar os operadores para a função que eles irão executar.

Atividades de aprendizagem

Agora que você já conhece o que são processos de esmerilhamento e soldagem (visto nas aulas 19 e 20), considerados trabalhos a quente pela NR-34, consulte nesta norma, a qual está disponível no *site* do Ministério do Trabalho e Emprego, os itens de segurança que estão relacionados a estes processos. Para isto, estude os subitens 34.5.1 a 34.5.10.1 da NR-34.

Aula 23 - Usinagem CNC

O objetivo desta aula é apresentar os procedimentos de segurança em trabalhos com máquinas e equipamentos de usinagem CNC (Computer Numeric Control), conhecidas por controle numérico computadorizado. Com os conceitos a serem estudados nesta aula, você entenderá quais são os riscos envolvidos nos equipamentos de usinagem CNC.

23.1 Introdução ao CNC

Os processos de usinagem podem ser realizados em máquinas convencionais manuais (conforme vimos nas aulas 21 e 22), no qual o controle da operação depende essencialmente do operador, ou pode ser realizada em máquinas-operatrizes computadorizadas, conhecidas no mercado como CNC.

No contexto histórico, o primeiro CNC foi desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts dos Estados Unidos, o MIT. As principais motivações para o desenvolvimento de sistemas controlados por tecnologia digital foram a demanda de alta precisão na fabricação de peças complexas e a necessidade de reduzir o tempo de produção (ASM V16, 1995).

O controle numérico foi introduzido e desenvolvido na indústria metal-mecânica, e a sua maior concentração ocorre na área de usinagem. O CNC foi implementado com sucesso para tornear, fresar, furar, roscar e retificar. É interessante notar que o CNC tornou possível o desenvolvimento de máquinas com capacidades que superam em muito as máquinas convencionais, de forma que uma máquina de usinagem sofisticada CNC pode controlar cinco eixos de movimento e esculpir superfícies complexas (ASM V16, 1995).

Assim, com o desenvolvimento do CNC, passamos a ter o centro de usinagem e o centro de torneamento, que incorporam funções de várias máquinas em um único dispositivo. Um centro de usinagem pode acessar várias ferramentas em um magazine para executar operações como: fresamento, furação, mandrilamento e rosqueamento. Já um centro de torneamento é um torno equipado com um sistema de troca de ferramenta automática. Outros tipos de máquinas CNC incluem: máquinas de solda, máquinas de corte, máquinas de dobrar tubos, máquinas de controle e inspeção dimensional (ASM V16, 1995).

A seguir veremos em detalhes o que são os centros de torneamento e de usinagem.

23.2 Centro de torneamento CNC

Os centros de torneamento são tornos CNC de grande capacidade de remoção de cavaco, equipados com comando numérico. Eles recebem o nome de centro de torneamento pela sua capacidade de realizar todas as possíveis operações feitas em tornos convencionais, como tornear, facear, rosquear, fazer canais e contornos, etc. Além de terem a capacidade de fazer múltiplas operações, os centros de torneamento possuem grande precisão e repetibilidade (MACHADO, 1989).

Na Figura 23.1 temos um torno CNC que possui fuso horizontal e fabricação nacional. O mesmo está com a porta aberta, onde é possível ver a placa de fixação da peça. Nesta figura, destacamos em A o painel de programação e controle da máquina.

Figura 23.1: Torno CNC de fuso horizontal, destaque para o painel de controle numérico.
Fonte: http://www.romi.com.br

23.3 Centro de usinagem CNC

Os centros de usinagem CNC são máquinas horizontais ou verticais de grande capacidade de remoção de cavaco equipadas com comando numérico. São capazes de realizar operações como: faceamento, mandrilhamento, furação, roscamento, alargamento, operação de abrir canais, rasgos, contornos, superfícies em dois ou mais planos, operações que tradicionalmente seriam realizadas por fresadoras. Além da capacidade de múltiplas operações, os centros de usinagem também possuem grande precisão e repetibilidade (MACHADO, 1989).

Na Figura 23.2 temos um centro de usinagem CNC de fuso vertical e fabricação nacional, onde é possível verificar que a máquina é de grande capacidade de produção, neste caso podendo suportar peças de até 3000 kg sobre a mesa. Vemos ainda, nesta figura, que o equipamento está com a porta de acesso à mesa fechada.

Figura 23.2: Centro de usinagem CNC de fuso vertical.
Fonte: http://www.romi.com.br

23.4 Segurança em equipamentos de usinagem CNC

Para que os equipamentos CNC sejam operados com segurança, o operador deve estar atento para uma série de instruções, as quais devem ser observadas no início, durante e após a operação:

Instruções a serem seguidas antes do início do trabalho:

- Familiarizar-se com as instruções contidas no manual de operação da máquina;
- Colocar a máquina em funcionamento por alguns minutos, antes do início da usinagem;
- Certificar-se de que o material a ser usinado e as ferramentas estão fixados de forma segura antes de iniciar o trabalho;
- Testar a máquina no modo "usinagem em vazio" e simulação rápida (teste de programação), sem corte de material, antes da usinagem e com movimentos rápidos em velocidade real;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar rede protetora ou outro recurso adequado, não sendo permitido o uso de bonés para fixação dos cabelos.

Instruções a serem seguidas durante o trabalho:

- Manter a porta de proteção da máquina fechada e utilizar sempre óculos de proteção quando a máquina estiver usinando;
- Manter a rotação do eixo principal dentro dos limites aceitáveis de cada equipamento;
- Caso sejam percebidos ruídos estranhos e anormais durante a operação, parar a máquina e comunicar imediatamente o responsável pela área;
- Se o operador possuir cabelos longos, ele deverá utilizar rede protetora ou outro recurso adequado, não sendo permitido o uso de bonés para fixação dos cabelos.

Instruções a serem seguidas após o término do trabalho:

- Parar a máquina antes de limpar os cavacos de dentro da máquina e da área de trabalho;
- Usar um pincel ou ferramenta de limpeza para remover os cavacos da máquina;
- Desligar a chave principal da máquina;
- Se cair graxa ou fluído de corte no chão, o mesmo deve ser limpo imediatamente (SENAI RSSO, 2005).

Para saber mais sobre o risco de realizar a atividade de limpeza com o equipamento de usinagem ainda em funcionamento, acesse o link: http://www.sindmecanicos.org.br/site/blog/2010/03/22/empregado-que-perdeu-tres-dedos-em-acidente-ganha-indenizacao/

Saiba mais:

Resumo

Nessa aula você estudou as características funcionais e os riscos envolvidos com equipamentos de usinagem CNC. Além disso, você conheceu algumas instruções de segurança que devem ser obedecidas pelos operadores destes equipamentos para que a atividade seja realizada com segurança, o que evidencia ainda mais a necessidade de se treinar os operadores para a função que eles irão executar.

Anotações

Aula 24 - Segurança em trabalho com fornos

O objetivo desta aula é apresentar alguns dos tipos de fornos industriais existentes, suas aplicações e mostrar os requisitos de segurança estabelecidos pela NR-14. A partir dos conceitos apresentados neste capítulo, você entenderá quais são os riscos envolvidos no trabalho com fornos.

24.1 Fornos industriais e suas aplicações

De acordo com Bueno (1996), forno é a construção para cozer pão, assar carne, cozer louça, cal, telha, etc., ou também parte do fogão para fazer assado. Sob o aspecto industrial, os fornos têm diversas aplicações, como: realizar a ativação química de materiais (exemplo dos adesivos), a cura de materiais, o pré-aquecimento, a sinterização de cerâmicas, a fusão de materiais, e tratamentos térmicos (exemplo: o recozimento, para alterar a dureza em aços).

Estes processos requerem a transferência de calor e massa, que pode ser realizada por diversos tipos de fornos industriais, como os fornos elétricos, fornos de condução, convecção ou radiação térmica infravermelha. Os fabricantes de fornos industriais oferecem fornos com diversas fontes de energia: a gás, a óleo, a plasma, a vácuo, de alto vácuo, a arco elétrico/ elétrico, calcinadores, basculantes, com atmosfera controlada, dentre outros modelos (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011).

Assim, os fornos industriais podem ser empregados tanto para a fabricação e processamento de alimentos, quanto em trabalhos de laboratórios e hospitais. Em relação aos tipos de fornos, podemos dizer que as indústrias petroquímica, de transformação, papel e celulose, farmacêutica, e de embalagens utilizam o forno do tipo infravermelho em processos de pré-aquecimento, secagem, aquecimento térmico pós-colagem, fixação por aquecimento, secagem e pintura de acabamento. Já os fornos de condução são úteis para realizar o tratamento térmico de materiais e outros tipos de tratamento, como alívio de tensão, aquecimento de plástico e muitos outros (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2011).

Na figura 24.1, podemos visualizar um forno tradicional com abobada de tijolos isolantes térmicos, utilizado em aplicações industriais para a queima de cerâmica. Neste caso o calor é resultante da queima da lenha como combustível.

Figura 24.1: Forno convencional de refratário em formato de abóbada.
Fonte: http:// www.sxc.hu

Na norma técnica da CETESB L1.018, que trata da poluição do ar e termos relacionados a fornos industriais e sua terminologia, encontramos definições mais especificas dos tipos de fornos existentes. De acordo com a L1.018 temos:

- **Forno:** estrutura dentro da qual é gerado calor por meio de transformação de energia, geralmente construída ou revestida de material refratário e com controle da temperatura interna;

- **Forno elétrico a arco:** forno no qual o calor é gerado pela produção de um arco elétrico entre eletrodo e a própria carga, tendo a vantagem de não haver gases de combustão;

- **Forno mufla:** forno em que a câmara de carga e trabalho está separada da seção de aquecimento e combustão, não havendo contato direto com produtos da combustão;

- **Incinerador:** câmara refratária projetada para queimar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos;

- **Alto forno:** estrutura refratária vertical, composta de soleira, cadinho, ventre, rampa e cuba, utilizado na transformação de minério em metal, principalmente minério de ferro para ferro gusa;

- **Cadinho:** recipiente refratário aberto aquecido pelo lado de fora, usado geralmente para fusão de metais, onde o conteúdo interno pode ser derramado ou vertido;

Na Figura 24.2 temos um forno mufla utilizado no aquecimento de peças metálicas de grande porte, que serão submetidas à operação de conformação mecânica por forjamento. Neste forno, a parte da carga está isolada da parte do aquecimento do forno pelo refratário.

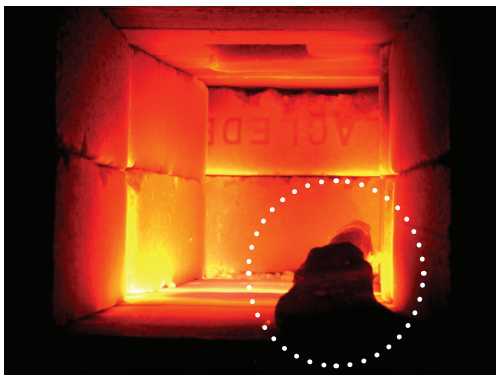


Figura 24.2: Forno mufla de refratário em formato quadrado, com peça em aquecimento.
Fonte: http://www.sxc.hu

24.2 Requisitos de segurança em fornos

Com relação aos requisitos de segurança em fornos, devemos atender a NR-14 – Fornos, que é constituída dos seguintes itens:

14.1. Os fornos, para qualquer utilização, devem ser construídos solidamente, revestidos com material refratário, de forma que o calor radiante não ultrapasse os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15;

14.2. Os fornos devem ser instalados em locais adequados, oferecendo o máximo de segurança e conforto aos trabalhadores;

14.2.1 Os fornos devem ser instalados de forma a evitar o acúmulo de gases nocivos e altas temperaturas em áreas vizinhas;

14.2.2 As escadas e plataformas dos fornos devem ser feitas de modo a garantir aos trabalhadores a execução segura de suas tarefas;

14.3. Os fornos que utilizarem combustíveis gasosos ou líquidos devem ter sistemas de proteção para:

a) não ocorrer explosão por falha de chama de aquecimento ou no acionamento do queimador;

b) evitar retrocesso da chama;

14.3.1. Os fornos devem ser dotados de chaminé, suficientemente dimensionada para a livre saída dos gases queimados, de acordo com normas técnicas oficiais sobre poluição do ar.

Com relação aos itens da NR-14, vale a pena destacar que os fornos são equipamentos geradores de calor. Desta forma, mesmo com presença do isolante térmico para manter o calor na parte interna, eles possuirão algumas superfícies externas com temperaturas altas, o que pode resultar em queimaduras no operador. Logo, devem ser fornecidos ao trabalhador equipamentos de proteção individual adequados para a sua atividade, como luvas térmicas, por exemplo.

Já no que diz respeito aos gases tóxicos, os fornos devem estar localizados em ambientes que possuam boa ventilação local, mas dependendo do tipo do forno, por exemplo incineradores, é necessário observar a norma técnica estadual sobre poluentes para dimensionar a utilização de sistemas de filtragem dos fumos e gases gerados e expelidos para a atmosfera.

24.3 Exposição ao calor

Atenção: É necessário realizar a avaliação da exposição do calor a que estão submetidos os trabalhadores que trabalham com fornos, com base no disposto no Anexo 3, da NR-15.

Saiba mais: Acessando o link <http://www.sindlab.org/noticia02.asp?noticia=11401> você vai ter acesso a uma noticia sobre um acidente no alto forno de refino de aço da empresa brasileira CSN, acidente típico em empresas de siderurgia e processamento de aço.

Resumo

Nessa aula você conheceu diversos tipos de fornos e suas aplicações. Você também estudou os itens de segurança da NR-14 e percebeu que os fornos devem ser bem dimensionados, de forma a não causar riscos de intoxicação, exposição à radiação acima dos limites permissíveis e queimaduras aos trabalhadores.

Anotações

Aula 25 - Ferramentas manuais e motorizadas

O objetivo desta aula é apresentar detalhes sobre a segurança no trabalho com as mais diversas ferramentas manuais e motorizadas. Com os conceitos a serem estudados neste capítulo, você será capaz de considerar os riscos gerais envolvidos no trabalho com este grupo de ferramentas, as quais também são responsáveis por um grande número de acidentes.

25.1 Segurança na utilização de ferramentas manuais

De acordo com Campos, Tavares e Lima (2010), ferramenta manual é aquela que exige esforço do homem para o seu funcionamento e que, apesar de toda a tecnologia existente, ainda é muito utilizada em oficinas, indústrias e até mesmo em nossa casa. São exemplos de ferramentas manuais: a chave de fenda, a chave de boca, a chave estrela, a pinça, o alicate, o martelo, as ferramentas de cortar e afins.

Na Figura 25.1, visualizamos algumas ferramentas manuais, como o martelo, estilete e trena.

Figura 25.1: Exemplos de ferramentas manuais, martelo, trena e estilete.
Fonte: http://www.sxc.hu

Como as ferramentas manuais são de fácil manuseio e de grande disponibilidade, frequentemente presenciamos trabalhadores de pouca experiência e habilidade usando-as em pequenos serviços. É importante destacar que, muitas das vezes, esses trabalhadores não sabem manusear a ferramenta

adequadamente, ou sequer sabem se ela está defeituosa e/ou em condição adequada de uso. Desta forma, as ferramentas manuais são responsáveis por cerca de 10% do total de acidentes de trabalho, sendo as lesões mais comuns: corte, contusões, torções e lacerações (SAAD, 1981; CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

As principais causas de acidentes com ferramentas manuais são: método de trabalho incorreto, uso inadequado da ferramenta, escolha da ferramenta inadequada para o serviço, falta de espaço para armazenamento, almoxarifado desorganizado, manutenção precária e falta de treinamento (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Um exemplo de uso inadequado de ferramenta manual seria utilizar uma faca, cuja aplicação correta é para atividades de corte, como chave de fenda ou alavanca, e defeitos a serem avaliados nesta ferramenta seriam o cabo frouxo ou a afiação inadequada. Para evitar situações semelhantes a esse exemplo, deve-se adotar na empresa um prático e efetivo programa de ferramentas manuais, que atenda: o controle do local onde ficam as ferramentas, a inspeção do estado das ferramentas, a organização das ferramentas por tipo e tamanho, a separação das ferramentas defeituosas ou em mau estado, o transporte com cuidado das ferramentas e a seleção e utilização da ferramenta adequada para o serviço. Ainda, podemos citar algumas regras gerais, que devem ser observadas pelos trabalhadores quanto ao uso das ferramentas:

- Utilizar a ferramenta sempre para o fim a que se destina e respeitar seus padrões de medidas;

- Nunca usar prolongadores sobre ferramentas, pois suas condições de uso normal estarão alteradas, provocando rupturas e, possivelmente acidentes;

- Observar as normas de segurança em sua totalidade, ou seja, além da escolha da ferramenta adequada, utilizar óculos de segurança, botas, capacetes, luvas, etc. (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

25.2 Segurança na utilização de ferramentas motorizadas

As ferramentas motorizadas são aquelas acionadas por alguma fonte de energia, sendo divididas em quatro grupos: elétricas, pneumáticas, a gasolina e explosivas (acionadas por cartucho de pólvora). Alguns exemplos deste tipo de ferramentas são: furadeiras, parafusadeiras, lixadeiras e esmerilhadeiras (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Os riscos de acidentes com ferramentas motorizadas são semelhantes ao de uma máquina fixa do mesmo tipo, somando os riscos de movimentação e manuseio. As lesões que geralmente ocorrem são: queimaduras, cortes e outras lesões causadas por descarga elétrica, partículas sólidas projetada nos olhos, incêndio, quedas do operador, explosões e quedas de ferramenta (SAAD, 1987; CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Na Figura 25.2 podemos ver um exemplo de ferramenta motorizada elétrica, uma furadeira tipo hobby, semelhante às utilizadas em pequenos reparos em residências, nos quais as lesões mais comuns são: choque elétrico, queimadura e queda.

Figura 25.2: Exemplo de ferramenta motorizada elétrica, a furadeira.
Fonte: http://www.sxc.hu

Algumas recomendações básicas para prevenção de acidentes com ferramentas motorizadas são:

- Fornecer treinamento ao operador para utilização correta da ferramenta de acordo com o manual;

- Trocar acessórios de uma ferramenta motorizada sempre com o equipamento (fonte de energia) desligado;

- Os operadores de ferramentas motorizadas não deverão utilizar, durante o trabalho, jóias, roupas folgadas e luvas;

- Os operadores de ferramentas motorizadas, em geral, deverão utilizar os seguintes equipamentos de proteção individual: óculos de segurança ou protetor facial (quando houver a possibilidade de fragmentos e poeiras atingirem os olhos do operador), protetor auricular (quando houver ruído excessivo), máscara (quando houver poeiras, vapores ou gases no

local de trabalho), luvas (para manuseio de materiais ou peças com rebarbas, partes cortantes, **mas nunca durante a operação da ferramenta**), sapatos de segurança (evitar ferimentos nos pés, devido à queda de materiais e ferramentas);

- Realizar seleção adequada da ferramenta, inspeção e manutenção preventiva das ferramentas, armazenamento seguro (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

25.2.1 Ferramentas acionadas por explosivo

Essas ferramentas são conhecidas como pistolas de fixação, sendo amplamente empregadas, principalmente nas indústrias de construção civil, mecânica, naval e aeronáutica, porque permitem redução do tempo de trabalho, quando comparadas a outras ferramentas. As pistolas de fixação com cartucho explosivo, baseado no princípio de armas de fogo, são destinadas a fincar pinos em materiais como concreto, alvenaria, pedra e metais (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Na Figura 25.3 temos um exemplo de pistola com cartucho para fincar pinos em paredes.

Figura 25.3: Pistola de fincar pinos por cartucho com pólvora.
Fonte: http://http://www.dutramaquinas.com.br

Os principais riscos na utilização destas ferramentas são: projeção de estilhaço do material de suporte (parede, concreto), quebra do projétil e lançamento de estilhaços metálicos, disparo involuntário, ricocheteamento do pino a ser fixado, perfuração total do suporte (caso de paredes finas, frágeis ou cartucho muito forte). Sendo assim, é necessário ter controle tanto no uso quanto no armazenamento da pistola e dos cartuchos, mantendo-a trancada em armário e entregando-a somente para funcionários credenciados com

o conhecimento da chefia imediata. A sua operação só deve ser realizada por pessoa treinada para este fim. Desta forma, devem ser consideradas algumas regras na utilização da pistola:

- Teste da pistola sem detonante e pino para verificar a trava de segurança;
- Durante a utilização deve ser proibida a presença de pessoas nas proximidades;
- Não deve haver vazios nas superfícies de trabalho;
- O sistema à pólvora não deve ser utilizado em atmosfera explosiva;
- Durante o serviço o operador deve utilizar protetor auricular e óculos de segurança (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Para verificar a gravidade do uso inadequado das pistolas de fincar pino, acesse o link: http://gazetanoticia.blogspot.com/2011/04/pistola-de-cravar-pinos-mata-crianca-no.html.

Para verificar detalhes adicionais da utilização de ferramentas como pistola e demais ferramentas manuais em construção, acesse o link que contém a NR-18: http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm.

Resumo

Nessa aula você verificou que as ferramentas manuais, junto com as motorizadas, em função da sua grande utilização em oficinas, indústrias e até mesmo em nossas casas, são responsáveis por um grande número de acidentes, principalmente se forem utilizadas as ferramentas erradas ou em condições inadequadas para o trabalho. Desta forma, você conheceu uma série de recomendações e regras de segurança que devem ser seguidas para se evitar acidentes.

Atividades de aprendizagem

Com base no que você aprendeu sobre segurança na utilização de ferramentas manuais, complete os espaços em branco da tabela:

Ferramentas	Uso incorreto	Uso correto	Defeitos
Talhadeira	Como chave de fenda ou alavanca	Cortar madeira ou metal	Cabeças lascadas, pontas tortas ou quebradas, comprimento inadequado, etc.
Chave de fenda	Como alavanca, cunha ou talhadeira		Mandíbulas gastas ou encurvadas, cabos ásperos ou encurvados; mecanismo gasto, emperrado ou quebrado.
Facas			
Martelos	Uso de martelo de mecânico como martelo de carpinteiro. Uso de martelo de unhas como talhadeira.	Uso de martelo de unha em carpintaria. Uso de martelo de mecânico para trabalho em máquinas. Uso de martelo de unha para extrair pregos.	

Aula 26 - Compressores

O objetivo desta aula é apresentar detalhes sobre a segurança no trabalho com equipamentos utilizados para obtenção de ar comprimido. Com os conceitos a serem estudados neste capítulo, você será capaz de considerar os riscos gerais envolvidos no trabalho com compressores, que são equipamentos comuns presentes desde pequenas oficinas mecânicas até grandes indústrias, assim como medidas de segurança para proteção dos trabalhadores e detalhes técnicos a respeito destes equipamentos.

26.1 Tipos e aplicações dos compressores

De acordo com Bueno (1996), um compressor é uma bomba rotativa ou centrífuga para exercer compressão. Do ponto de vista técnico, o compressor é um equipamento destinado a produzir e armazenar ar comprimido para os mais diversos usos. A compressão é a atividade física por meio da qual um volume A de gás é forçado mecanicamente a ocupar um espaço em um volume B menor que A, resultando neste processo em aumento da pressão interna do gás em questão.

O ar comprimido é uma importante forma de energia, insubstituível em diversas aplicações, resultado da compressão do ar ambiente, cuja composição é uma mistura de oxigênio (~20,5%), nitrogênio (~79%) e alguns gases raros. (METALPLAN, 2010).

Em função de disponibilidade comercial, há basicamente três tipos de compressores (ARPREX, 2011):

- **Compressor de diafragma (portátil):** Trabalha em pressão máxima de 40psi (2,81kgf/cm2) sendo próprio para revólver de pulverização de baixa produção. Ideal para trabalhar sem reservatório, com pistola de ar direto (sem válvula de controle), utilizado para *hobby*;

- **Compressor de pistão:** É próprio para grandes produções e trabalha com pressões maiores que 40psi (2,81kgf/cm2). Ele pode ser de um ou de dois estágios de compressão, para uso comum e semiprofissional, normalmente pede um único estágio de compressão;

- **Compressor de parafuso:** Empregado para produção de grande quantidade de ar em forma contínua e a pressões maiores.

É importante que você saiba que a pressão é apenas um dos elementos a serem considerados na seleção do compressor, sendo necessário também verificar qual é o volume de ar necessário para o trabalho (PCM - pés cúbicos por minuto, onde 1 PCM = 1,7 metros cúbicos por hora). Assim, somando os PCMs de consumo dos aparelhos a serem usados, é possível optar por um tamanho determinado de compressor.

Ainda, é importante destacarmos que o compressor é apenas uma parte do sistema de fornecimento de ar comprimido. Pois um sistema de ar comprimido completo, que tem por referência a norma ISO-8573, é composto pelos seguintes equipamentos: compressor de ar, resfriador posterior, pré-filtro, secador por refrigeração, pós-filtro, reservatório para uso final. (METALPLAN, 2010).

Assim, a quantidade e o tipo de cada equipamento empregados no sistema de fornecimento dependem da aplicação do ar comprimido. Se considerarmos uma oficina de funilaria e reparação automotiva, muitas vezes encontramos apenas o compressor, um filtro de partículas e o uso final por uma pistola ou parafusadeira.

Tendo em vista que grande parte dos compressores utilizados nas indústrias é de compressão por pistão, na sequência vamos abordar mais detalhes sobre esses equipamentos e os procedimentos de segurança envolvidos na sua operação. No entanto, em alguns momentos faremos comparações entre o compressor de pistão e o compressor de parafuso.

26.1.1 Compressor de pistão

Os compressores de pistão e de parafuso são denominados de deslocamento positivo, pois a compressão do ar é obtida pela redução de seu volume, de forma alternada (pistão) ou contínua (parafuso). O que vai diferir um de outro é o mecanismo de compressão e a utilização limitada pela vazão, sendo os compressores de pistão comumente aplicados para pequenas vazões (até 100 m³/h) e os compressores de parafuso mais indicados para pequenas, médias e grandes vazões (50 m³/h a 2000 m³/h) (METALPLAN, 2010).

A seleção do compressor mais adequado depende da sua aplicação, ou seja, das variáveis: vazão, pressão e nível de pureza exigidos da aplicação final.

Um compressor a pistão consiste basicamente de: reservatório do fluido, um motor elétrico ou de combustão, uma unidade compressora onde está o sistema de compressão a pistão, um manômetro de monitoramento da pressão com sistema de corte de corrente por pressostato e uma válvula de segurança por sobrepressão (SCHULZ, 2011). O acionamento da unidade compressora é realizado por sistema de polia e correia, acoplados à fonte motora, que é normalmente um motor elétrico.

Na aula 28 você verá em detalhes o que são manômetros, pressostatos e válvulas de segurança.

Na Figura 26.1 visualizamos algumas partes do compressor, onde em A temos a unidade compressora, em B o motor elétrico e em C o reservatório.

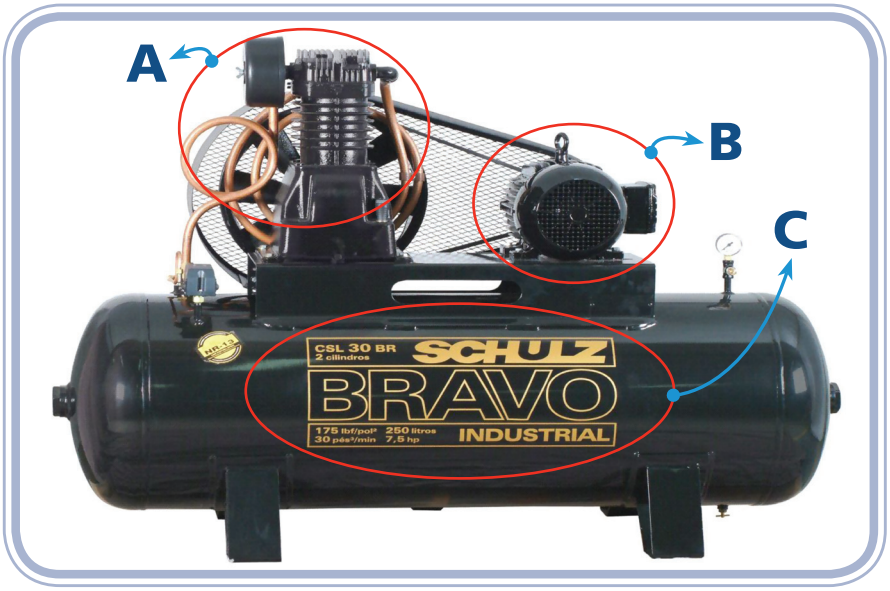


Figura 26.1: Compressor de pistão.
Fonte: http://www.brucompressores.com.br

O compressor de pistão pode ser utilizado nos serviços de apoio à manutenção geral, montagens e instalações diversas. Ele pode ser aplicado para o acionamento de ferramentas pneumáticas cujo consumo de ar seja no limite especificado no manual do compressor e pressão de operação até 100psi (7,03kgf/cm2), pequenas retificadoras, grampeadores, marteletes, parafusadeiras e outras ferramentas manuais pneumáticas de apoio, em pequenas borracharias, principalmente para suporte em calibragem e enchimento de pneus até 100 psi, inclusive de bicicletas profissionais, oficinas de bicicletas, motocicletas, karts, etc. (SCHULZ, 2011).

26.2 Procedimentos de segurança e recomendações

Para garantir a operação dos compressores com segurança, é necessário que o usuário atente para as seguintes orientações de utilização e de instalação:

- Ler o manual do usuário e proceder os cuidados básicos de manutenção preventiva;
- Guardar sempre o prontuário de teste hidrostático do reservatório;
- No caso de substituição de um compressor em uso por outro de maior rendimento volumétrico ou pressão, verificar se a rede de ar atual é compatível com o novo produto, sob risco de ruptura;
- Para dimensionamento e instalação de redes, consultar profissionais experientes do ramo;
- O local de instalação do compressor deverá ser ventilado e livre de poeiras ou névoas;
- Nunca ligar o compressor direto à rede elétrica. Usar sempre fiação adequada e chave de partida com proteção de acordo com a corrente e potência do motor;
- Qualquer ajuste do compressor somente poderá ser feito por um posto autorizado do fabricante, pois se trata de equipamento que envolve pressão e que, em ruptura, pode gerar vítima fatal (SCHULZ, 2011).

Para verificar a gravidade dos acidentes com compressores de ar, acesse o link: http://revistacentral.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3479:acidente-de-trabalho-compressor-artesanal-explode-e-mata-tecnico-em-pedra-branca&catid=137:policia&Itemid=517.

Resumo

Nessa aula você verificou que os equipamentos mecânicos para compressão de ar, chamados de compressores, são equipamentos de grande utilização em oficinas e indústrias, e aprendeu que os mesmos, por trabalharem com pressão, apresentam grande risco ao trabalhador se não forem instalados e utilizados adequadamente e submetidos a manutenções periódicas.

Aula 27- Introdução a caldeiras

Nesta aula introdutória a caldeiras, você aprenderá o funcionamento básico desses equipamentos e estudará alguns dos seus tipos e suas aplicações na indústria. Os conhecimentos que serão adquiridos aqui servirão de base para que você compreenda, futuramente, os principais riscos relacionados a esses equipamentos.

27.1 Caldeiras e a geração de vapor

Em diversos processos industriais é necessário se fornecer energia. Em virtude do custo, em muitos dos casos, opta-se por prover o vapor como forma de energia. Nessas situações, para se obter os resultados esperados, instalam-se equipamentos denominados caldeiras (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

De acordo com a NR-13, que trata de caldeiras e vasos de pressão, temos que:

13.1.1 Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo.

Assim, para efeitos dessa Norma, caldeiras são todos os equipamentos que **simultaneamente** geram e acumulam vapor de água ou outro fluido térmico.

No entanto, neste livro abordaremos em detalhes somente as caldeiras geradoras de vapor de água.

Figura 27.1: Caldeira.
Fonte: http://www.weco.ind.br

27.2 Tipos de caldeiras e seu funcionamento

Para que você possa compreender o princípio básico de funcionamento de uma caldeira, é preciso que você se recorde de alguns fundamentos da Física, aprendidos durante o Ensino Médio, que são a transferência de calor e as transformações de fase da matéria.

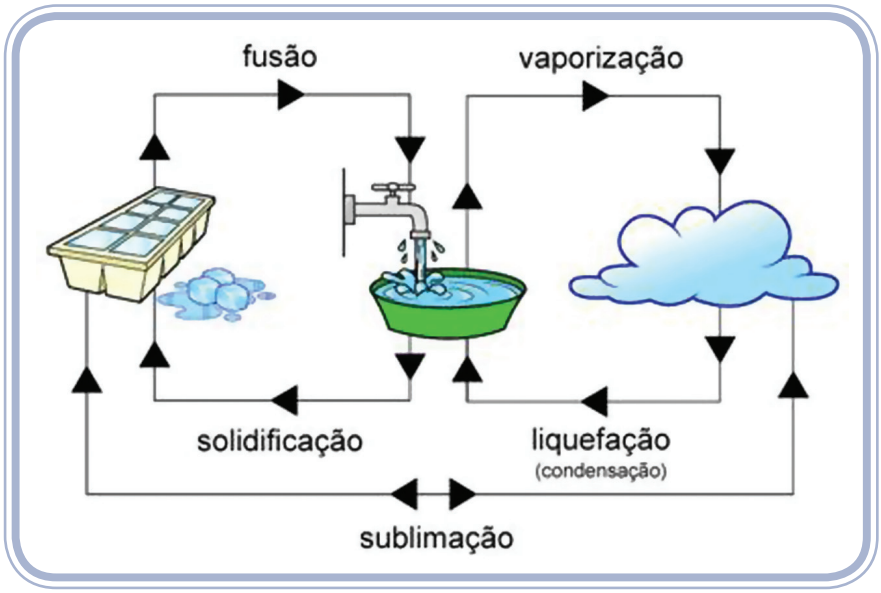


Figura 27.2: Transformações de fase da matéria.
Fonte: http://profmcastro.wordpress.com

Nas caldeiras, a água passa do estado líquido para o gasoso (processo de vaporização), mediante uma transferência de energia. Essa transferência pode ser realizada pelo calor proveniente da queima de um combustível (por exemplo: lenha, óleo diesel, gás natural) ou pela energia liberada por eletrodos e resistências elétricas. Com base nisso, podemos classificar as caldeiras em aquotubulares e flamotubulares (quando há queima de combustível), e elétricas, no outro caso.

A utilização das caldeiras elétricas é conveniente quando há disponibilidade de se obter energia elétrica a baixo custo. Porém, em muitos dos casos, os preços dos combustíveis são mais vantajosos do que o da eletricidade, fazendo com que as caldeiras elétricas tenham menor aplicabilidade no setor industrial. Nesse sentido, iremos nos ater apenas à descrição técnica das caldeiras flamotubulares e aquotubulares.

A-Z

Trocadores do calor: são equipamentos que têm por finalidade permitir a troca de calor entre dois fluidos que estão em temperaturas diferentes.

27.2.1 Caldeiras Flamotubulares

Nas caldeiras flamotubulares, os gases a alta temperatura (resultantes da queima do combustível) circulam por dentro dos tubos dos **trocadores de calor**, enquanto que a água, a ser transformada em vapor, circula por fora destes.

Essas caldeiras produzem vapor saturado com vazões de até 15 tonelada/hora de vapor e pressões de no máximo 17kgf/cm2. A limitação de vazão e pressão se dá pelos aspectos construtivos deste tipo de caldeira. Desta forma, são equipamentos de menor porte, mas de grande aplicação. Geralmente, são usados em hotéis, lavanderias, hospitais e pequenas indústrias (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

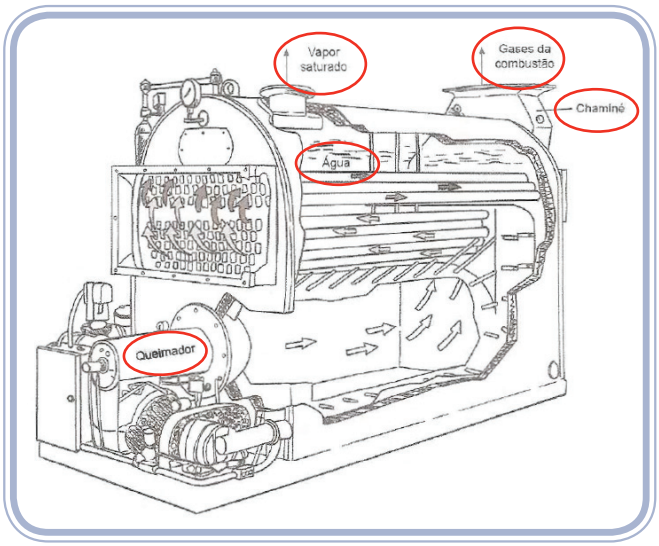


Figura 27.3: Caldeira flamotubular.
Fonte: Campos; Tavares e Lima (2010).

27.2.2 Caldeiras Aquotubulares

Nas cadeiras aquotubulares, a água a ser vaporizada circula pelo interior dos tubos dos trocadores de calor, enquanto que os gases quentes (gerados pela queima do combustível) circulam por fora destes. Essas caldeiras possuem capacidade de produção de vapor de até 750 tonelada/hora e pressões que podem variar de 15 kgf/cm2 a 200 kgf/cm2 (valores bem superiores aos das flamotubulares). Outra característica importante dessas caldeiras é que, em virtude da sua flexibilidade construtiva, elas podem operar com vapor saturado ou com vapor superaquecido (de até 500°C) (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

Uma das aplicações da produção do vapor superaquecido é a sua utilização para a movimentação de turbinas (ALTAFINI, 2002).

27.3 Aplicações das caldeiras

Além das aplicações vistas anteriormente, as caldeiras a vapor de água podem ser utilizadas em indústrias alimentícias (padarias industriais, fabricação de comida processada e laticínios...), em indústrias têxteis (tinturarias, tecelagens...), em indústrias farmacêuticas (fabricação de medicamentos e vacinas), em indústrias de madeira, na geração de energia elétrica, dentre outros.

Resumo

Nessa aula você aprendeu o que são caldeiras, seus principais tipos e características. Você também pôde conhecer algumas de suas aplicações.

Atividades de aprendizagem

Para fixar seu conhecimento, complete os espaços em branco da tabela abaixo, evidenciando algumas das características das caldeiras flamotubulares e aquotubulares. Após completar a tabela, você perceberá com mais clareza quais são as principais diferenças entres essas duas caldeiras.

Característica	Caldeira Flamotubular	Caldeira Aquotubular
Circulação dos gases quentes		
Circulação da água		Interior dos tubos dos trocadores de calor
Capacidade de produção de vapor		
Pressão		
Porte	Menor	
Exemplos de aplicações		

Aula 28 - Instrumentos e componentes das caldeiras a vapor

Nesta aula, você aprenderá alguns dos principais instrumentos e componentes das caldeiras a vapor (a combustível). Muitos dos elementos que você estudará agora são indispensáveis para o funcionamento deste equipamento com segurança.

28.1 Manômetros

Conforme vimos na aula anterior, as caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob **pressão superior à atmosférica**.

A-Z

Pressão atmosférica: é aquela exercida pelo peso da coluna de ar que circunda a Terra e que age sobre todas as coisas (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010) .

Em câmaras ou tubulações, a pressão de qualquer gás ou líquido, presente no seu interior, pode ser determinada por instrumentos chamados manômetros, que registram valores de pressão acima ou abaixo da pressão atmosférica. Esta pressão é denominada "manométrica" ou "relativa" (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

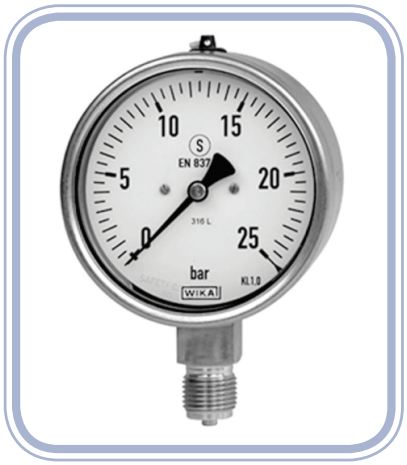


Figura 28.1: Manômetro.
Fonte: 4.bp.blogspot.com

Basicamente, uma caldeira funciona controlada pela pressão manométrica. Desta forma, as caldeiras devem contar com a presença de manômetros que indiquem a sua pressão (manômetro principal) e também a pressão do combustível e da água de alimentação (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

A NR-13 (item 13.1.4, letra "b") considera risco grave e iminente a falta de instrumento que indique a pressão do vapor acumulado da caldeira (manômetros).

28.2 Pressostatos

Antes de explicarmos o que são pressostatos, vamos enunciar o item 13.1.3 da NR-13 – Caldeiras e Vasos de Pressão:

13.1.3 Pressão Máxima de Trabalho Permitida – PMTP ou Pressão Máxima de Trabalho Admissível – PMTA é o maior valor de pressão compatível com o código de projeto, a resistência dos materiais utilizados, as dimensões do equipamento e seus parâmetros operacionais.

Neste contexto, definimos os pressostatos como instrumentos utilizados para controlar a pressão dentro de uma faixa admissível de operação. Nas caldeiras, os chamados Pressostatos de Máxima são os instrumentos responsáveis por cortar a alimentação de combustível toda a vez que a Pressão Máxima de Trabalho Admitida ou Permitida é atingida. Em outras palavras, esse instrumento auxilia na segurança da caldeira, impedindo que ela continue a produzir vapor sob condições de pressão superior a PMTA.

28.3 Outros instrumentos e componentes

Além dos manômetros e pressostatos, podemos destacar outros instrumentos e componentes que constituem as caldeiras a vapor, como:

a) **Termômetros:** instrumentos utilizados para medir a temperatura da água de alimentação e dos gases da chaminé (essa temperatura indica se a caldeira está ou não operando corretamente).

b) **Termostatos:** têm por objetivo controlar a temperatura.

c) **Válvula de Segurança:** consiste em um dispositivo de proteção. No caso da pressão da caldeira ultrapassar a PMTA, a válvula abre e libera vapor para atmosfera, "aliviando" a pressão da caldeira.

d) **Botão de parada de emergência:** é um dispositivo de desarme da caldeira, acionado voluntariamente pelo operador em caso de emergência.

e) **Hidrômetro:** medidor de vazão para água de alimentação.

f) **Fornalha:** local onde o combustível é queimado sob condições controladas. Quando o combustível utilizado é sólido, existe a necessidade de se ter grelhas e cinzeiro.

g) **Queimador:** equipamento no qual é realizada a queima do combustível.

h) **Chaminé:** local de saída dos gases de combustão (CAMPOS; TAVARES; LIMA, 2010).

É importante ressaltar que os componentes descritos acima são apenas alguns dos que constituem uma caldeira. Destacamos somente os elementares, com o intuito de elucidar o funcionamento básico de uma caldeira.

Resumo

Nessa aula você aprendeu alguns dos instrumentos e componentes que fazem parte das caldeiras a vapor (a combustível). Ainda, você percebeu a necessidade de se ter esses instrumentos instalados nas caldeiras, de forma a poder controlar seus parâmetros operacionais e garantir o seu funcionamento seguro.

Anotações

Aula 29 - Riscos envolvidos a caldeiras

Nas duas últimas aulas (27 e 28) você aprendeu, de forma bastante técnica, o que são caldeiras, quais são seus principais tipos, seus componentes, e seu principio básico de funcionamento. Estes conhecimentos, que foram aprendidos até então, servirão de base para você compreender os principais riscos envolvidos as caldeiras a vapor, assunto que veremos nesta aula.

29.1 Risco de explosão

De acordo com Altafini (2002), o emprego de caldeiras implica em inúmeros riscos como: incêndios, choques elétricos, intoxicações, quedas e ferimentos diversos. No entanto, dentre todos os riscos, o de explosão é o mais significativo. Vejamos por que:

1. O risco de explosão se encontra presente durante todo o tempo de funcionamento da caldeira, sendo necessário seu controle de forma contínua, sem interrupções.

2. As explosões ocorrem de maneira extremamente violenta, em virtude da enorme quantidade de energia que é liberada instantaneamente. Desta forma, as consequências da explosão são, na grande maioria dos casos, catastróficas.

3. As consequências da explosão atingem não só os operadores da caldeira, mas também as pessoas que trabalham na redondeza.

Você sabia?

Você já deve ter escutado falar sobre algum acidente doméstico envolvendo a explosão de uma panela de pressão, não é mesmo? Sabemos que a explosão deste tipo de panela pode levar ao ferimento de pessoas e até mesmo destruir a cozinha de uma casa. Perceba que a pressão interna da panela de pressão atinge valores de até 2,07 kgf/cm2 e, quando ela explode, suas consequências já são bastante graves. Imagine então a explosão de uma caldeira! Você se lembra da aula 27, o quanto de pressão as caldeiras podem atingir? No caso mais extremo, as caldeiras aquotubulares podem

produzir pressão de até 200 kgf/cm2, que é aproximadamente 100 vezes mais que uma panela de pressão. Logo, imagine o quão grave é um acidente de trabalho envolvendo caldeiras. Na aula 1 você viu, na figura 1.2, os danos que foram causados em um hotel da cidade de Blumenau-SC, devido à explosão de uma caldeira.

Normalmente, o risco de explosão é originado pela combinação das seguintes causas: diminuição da resistência e/ou da espessura dos materiais que compõem as partes da caldeira (por exemplo: causadas pelo superaquecimento da caldeira ou por corrosão) e/ou aumento de pressão. (ALTAFINI, 2002).

Um fator relevante, que pode levar ao risco de explosão, é a formação de incrustações sobre a sua superfície de aquecimento (tubos) da caldeira. Incrustações são deposições de sólidos, que se formam devido à presença de impurezas na água da caldeira. É importante ressaltar que a água, além de ser utilizada para a geração do vapor, também é responsável pela refrigeração da caldeira. Assim, visto que as incrustações se comportam como isolante térmico, elas impedem que a água refrigere os tubos da caldeira, acarretando no seu aquecimento ou até mesmo na explosão por elevação da pressão e/ou perda de resistência do material. Logo, é de extrema importância realizar o tratamento da água da caldeira.

29.2 Outros riscos

Além do risco de explosão, Campos, Tavares e Lima (2010) citam outros riscos que são muito comuns na operação de caldeiras, tais como:

- **Calor:** É originado principalmente por caldeiras alimentadas por combustíveis sólidos, sendo crítico quando o operador tem que alimentar a fornalha manualmente.

- **Ruído:** As caldeiras podem produzir ruído, acima dos limites permissíveis pela NR-15, devido ao funcionamento de alguns de seus componentes, como por exemplo: a transmissão das correias de ventiladores.

- **Contato com agentes químicos:** Decorrente do uso de produtos químicos para o tratamento de água da caldeira.

- **Riscos ergonômicos:** Levantamento de peso (exemplo: para remoção de peças e acessórios, esforço físico para transportar tambores com produtos químicos e/ou para alimentar a fornalha com lenha); Postura incorreta (devido à posição desfavorável de algumas válvulas em relação ao operador).

- **Queimaduras:** Como o vapor produzido é muito quente, se as tubulações não estiverem bem isoladas, existe risco de queimadura no caso de contato acidental.

- **Choque elétrico:** Toda caldeira deve estar aterrada e o seu monitoramento deve ser anual. No caso da instalação não cumprir tais condições, existe o risco dos operadores da caldeira sofrerem choque elétrico.

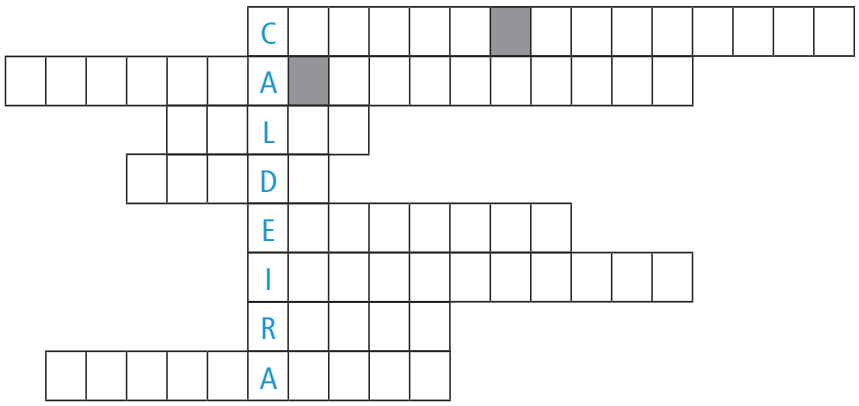
Altafini (2002) explica também outros riscos existentes, tais como o risco de queda, em virtude de algumas caldeiras atingirem dezenas de metros e o operador precisar acessar a diversos níveis (por exemplo: para observar válvulas e/ou o sistema de alimentação) e o risco de intoxicação, devido aos gases e as fumaças expelidos pela chaminé, que podem ser prejudiciais não só aos operadores, mas também à comunidade.

Resumo

Nessa aula você aprendeu os principais riscos envolvidos com a operação de uma cadeira e percebeu que o principal deles é o risco de explosão, o qual é decorrente do aumento de pressão, superaquecimento e/ou diminuição da espessura do material da caldeira.

Atividades de aprendizagem

Teste o seu aprendizado completando a cruzadinha com os principais riscos de uma caldeira.



Resposta: choque elétrico; postura incorreta; calor; queda; explosão; intoxicação; ruído; queimadura.

Aula 30 - NR-13 Caldeiras e Vasos de Pressão

Nesta última aula do livro, vamos finalizar nosso estudo sobre caldeiras, aprendendo aspectos relevantes da NR-13, que é a norma que trata de caldeiras e vasos de pressão.

30.1 Observações importantes acerca do estudo da NR-13

A NR-13 é a norma regulamentadora que estabelece requisitos de segurança para caldeiras e vasos de pressão. Neste livro nós tratamos exclusivamente de caldeiras, porém é importante ressaltar que os vasos de pressão não são equipamentos menos importantes. Eles também oferecem diversos riscos aos trabalhadores. Desta forma, as instalações e as atividades que envolvem vasos de pressão devem ser muito bem planejadas a fim de se evitar acidentes. Entretanto, ficará a cargo do aluno a leitura de parte da NR-13 que trata de vasos de pressão.

Em comemoração aos 10 anos da NR-13 (da portaria n°23/94), o Ministério do Trabalho e Emprego publicou o Manual Técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão. Este manual é um instrumento de informação e esclarecimento, desenvolvido para auxiliar o trabalho de profissionais da área de segurança, sindicalistas, cipeiros, auditores fiscais do trabalho, dentre outros profissionais, que laboram para a prevenção de acidentes com caldeiras e vasos de pressão e para a melhoria das condições de trabalho. Este manual colabora para o entendimento da NR-13, trazendo comentários e explicações para diversos itens desta NR. Para consultar este manual, acesse: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BCB2790012BD52933F650E5/ManualTecnicoCaldeiras_2006.pdf>

30.2 Classificação das caldeiras conforme a NR-13

Apesar de termos apreendido os principais tipos de caldeiras na aula 27, a NR-13 não classifica estes equipamentos de acordo com seus tipos, mas as classifica em categorias, que se distinguem por sua pressão de operação e seu volume interno. Vejamos o que diz o item 13.1.9 da norma:

13.1.9 Para os propósitos desta NR, as caldeiras são classificadas em 3 categorias conforme segue:

a) Caldeiras da categoria "A" são aquelas cuja pressão de operação é igual ou superior a 1960 kPa (19,98 Kgf/cm2).

b) Caldeiras categoria "C" são aquelas cuja pressão de operação é igual ou inferior a 588 kPa (5,99 Kgf/cm2) e o volume interno é igual ou inferior a 100 litros;

c) Caldeiras categoria "B" são todas as caldeiras que não se enquadram nas categorias anteriores.

Este conceito de classificação, adotado pela NR-13, leva em consideração a energia disponível na caldeira. Assim, quanto maior a energia, maiores serão os riscos envolvidos.

30.3 Segurança em caldeiras

Quando tratamos de segurança em caldeiras, devemos deixar claro que os requisitos de segurança devem ser planejados desde a etapa do projeto da caldeira até a sua fabricação, instalação, inspeção, operação e manutenção.

30.3.1 Segurança no projeto e fabricação de caldeiras

A-Z

Código: é o documento técnico reconhecido internacionalmente, que estabelece os requisitos para projetos e construção de caldeiras a vapor. No Brasil, o mais utilizado é o Código da Sociedade Norte Americana de Engenheiros Mecânicos –ASME (CAMPOS; TAVARES, LIMA, 2010).

Na fase do projeto, o projetista deverá definir cuidadosamente as condições em que a caldeira irá trabalhar (escolha do **código** da caldeira).

Já na fase de fabricação, os materiais utilizados para confecção da caldeira são cuidadosamente escolhidos e inspecionados. Nesta fase também são realizadas as preparações das partes da caldeira, ou seja, o corte, a soldagem e a montagem, além da execução de testes rigorosos de qualidade.

30.3.2 Segurança na instalação e inspeção de caldeiras

Em respeito à instalação, inspeção de caldeiras, vamos conhecer alguns dos itens da NR-13 que tratam destes aspectos. No entanto, antes de entrarmos a fundo neste assunto, vejamos o que a Norma fala sobre o "Profissional Habilitado":

13.1.2 Para efeito desta NR, considera-se "Profissional Habilitado" aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

Em respeito ao item 13.1.3 da NR-13, as resoluções do CONFEA (Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) estabelecem como sendo habilitados os profissionais da área de Engenharia Mecânica e de Engenharia Naval, bem como os engenheiros civis que tenham cursado as disciplinas de "Termodinâmica e suas Aplicações" e "Transferência de Calor" ou disciplinas equivalentes com denominações distintas, independentemente do ano da sua formatura. Assim, somente estes profissionais poderão se responsabilizar e elaborar muitas das atividades relacionadas a caldeiras e vasos de pressão, como veremos a seguir.

13.2.1 A autoria do "Projeto de Instalação" de caldeiras a vapor, no que concerne ao atendimento desta NR, é de responsabilidade de "Profissional Habilitado", conforme citado no subitem 13.1.2, e deve obedecer os aspectos de segurança, saúde e meio ambiente previstos nas Normas Regulamentadoras, convenções e disposições aplicáveis.

13.2.2 As caldeiras de qualquer estabelecimento devem ser instaladas em "Casas de Caldeiras" ou em local específico para tal fim, denominado "Área de Caldeiras".

A "Área de Caldeiras" é a denominação utilizada para o local aberto onde estão instaladas as caldeiras e a "Casa de Caldeiras" é denominação para um local fechado. Estes locais devem obedecer a diversos requisitos de segurança como: respeitar distâncias mínimas de outras instalações, ter saídas amplas e desobstruídas, ventilação adequada, sistemas de captação e lançamento de gases e material particulado proveniente de combustão. Estes e demais requisitos estão contemplados nos itens 13.2.3 e 13.2.4 da NR-13, que tratam respectivamente da "Área de Caldeiras" e a "Casa de Caldeiras".

13.5.1 As caldeiras devem ser submetidas a inspeções de segurança inicial, periódica e extraordinária, sendo considerado condição de risco grave e iminente o não atendimento aos prazos estabelecidos nesta NR.

13.5.6 Ao completar 25 (vinte e cinco) anos de uso, na sua inspeção subsequente, as caldeiras devem ser submetidas a rigorosa avaliação de integridade para determinar a sua vida remanescente e novos prazos máximos para inspeção, caso ainda estejam em condições de uso.

30.3.3 Segurança na operação e manutenção de caldeiras

Em relação à operação e manutenção de caldeiras, é importante destacar os seguintes itens da NR-13:

13.3.4 Toda a caldeira a vapor deve estar obrigatoriamente sob operação e controle de operador de caldeira, sendo que o não atendimento a esta exigência caracteriza condições de risco grave e iminente.

13.3.5 Para efeito desta NR será considerado operador de caldeira aquele que satisfizer pelo menos uma das seguintes condições:

a) possuir certificado de "Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras" e comprovação de estágio prático conforme subitem 13.3.9.
b) possuir certificado de "Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras" previsto na NR-13 aprovada pela Portaria de 02/84 de 08-05-84;
c) possuir comprovação de pelo menos 3 (três) anos de experiência nesta atividade, até 08 de maio de 1984.

13.3.7 O "Treinamento de Segurança na Operação de Caldeiras" deve obrigatoriamente:

a) ser supervisionado tecnicamente por "Profissional Habilitado" citado no subitem 13.1.2;
b) ser ministrado por profissionais capacitados para esse fim;
c) obedecer, no mínimo, ao currículo proposto no Anexo 1-A desta NR.

13.3.9 Todo operador de caldeira deve cumprir um estágio prático na operação da própria caldeira que irá operar, o qual deve ser supervisionado, documentado e ter duração mínima de:

d) caldeiras categoria "A": 80 (oitenta) horas
e) caldeiras categoria "B": 60 (sessenta) horas
f) caldeiras categoria "C": 40 (quarenta) horas

Perceba que o número de horas de treinamento varia conforme a categoria da caldeira, ou seja, operadores de caldeiras de maior pressão de operação têm mais horas de treinamento devido ao maior risco do equipamento.

É importante destacar que a empresa deverá arquivar ou reunir os documentos e emitir os certificados que comprovem a participação de seus operadores no referido estágio. Ainda, no caso de um operador, já treinado, necessitar operar outra caldeira, ele deverá realizar estágio prático nesta nova caldeira, mesmo que ela seja da mesma categoria que a caldeira anterior (BRASIL, 2006).

13.3.11 A reciclagem dos operadores deve ser permanente, por meio de constantes informações das condições físicas e operacionais dos equipamentos, atualização técnica, informações de segurança, participação em cursos, palestras e eventos pertinentes.

13.4.5 Os sistemas de controle e segurança da caldeira devem ser submetidos à manutenção preventiva e preditiva.

Resumo

Nessa aula você aprendeu que a segurança em caldeiras deve ser planejada desde a fase de projeto até a fabricação, instalação, inspeção, operação e manutenção. Com base nisso, você estudou alguns dos principais itens da NR-13, que trata de segurança em Caldeiras e Vasos de Pressão.

Com esta aula, nós finalizamos o livro de Princípios de Tecnologia Industrial, no qual você aprendeu diversos conceitos voltados à segurança na Indústria, tais como: arranjo físico, segurança em transporte e manuseio de cargas, segurança em trabalhos com máquinas e equipamentos e segurança em processos de fabricação.

Anotações

Referências

ALTAFINI, C. R. Apostila sobre caldeiras. Disciplina de Máquinas Térmicas. Departamento de Engenharia Mecânica. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade de Caxias do Sul, 2002.

ARPREX. Equipamentos para pintura e tratamento de ar comprimido. Disponível em: <http://www.arprex.com.br/index.php/dicas-de-pintura/repintura-automotiva-equipamentos-basicos/compressor-de-ar/>. Acesso em: 20 jul. 2011.

ASM Metals Handbook V14. Forming and forging. 9. ed. ASM International,1995.

ASM Metals Handbook V16. Machining. 9. ed. ASM International, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 213-1 Segurança de Máquinas – Conceitos fundamentais, princípios gerais de projeto; Parte 1: Terminologia básica e metodologia. Rio de Janeiro, 2000.

BORBA, M. Arranjo físico. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas (Apostila). Florianópolis, 1998. Disponível em: < http://pt.scribd.com/doc/8862194/Apostila-Arranjo-Fisico>. Acesso em: 04 jun. 2011.

BORGES, F. Q. Layout. Lato & Sensu Revista dos Monitores. UNAMA - Universidade da Amazônia. Belém, v.2, n.4, p.5, dez, 2001. Disponível em: < http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/index.asp?idpag=5&idcat=2&idrevista=7>. Acesso em: 04 jun. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf > Acesso em: 03 mai.2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Disponível em: < http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_12.pdf> Acesso em: 03 mai. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão. Disponível em: < http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF2695817E43/nr_13.pdf> Acesso em: 20 set. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-13: Manual técnico de caldeiras e vasos de pressão. – Edição comemorativa 10 anos da NR-13. Brasília, 2006. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BCB2790012BD52933F650E5/ManualTecnicoCaldeiras_2006.pdf>. Acesso em: 20 set. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR 14 – Fornos. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF2813B74066/nr_14.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2011.

BUENO, F da S. Minidicionário da língua portuguesa. São Paulo, Editora FTD, 1996.

CAMPOS, A.; TAVARES, J. da C.; LIMA, V. Prevenção e controle de risco em máquinas, equipamentos e instalações. 4. ed. Revista. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

CETESB. L1.018. Poluição do ar – Termos relacionados a fornos industriais - Terminologia. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-te>. Acesso em: 20 jun. 2011.

ESAB. Regras para segurança em soldagem, goivagem e corte ao arco elétrico. Disponível em: <http://www.esab.com.br/br/por/Instrucao/biblioteca/upload/Apostila_Seguranca_na_Soldagem_rev0.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2011.

Ferraresi, D. Fundamentos da usinagem dos metais. 11a ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.

LAFRAIA, J. R. B. Manual de confiabilidade, mantenabilidade e disponibilidade. [Rio de Janeiro]: Qualitymark, [200-].

LIMA, W da C.; SALLES, J. A. A. Manutenção preditiva: caminho para excelência e vantagem competitiva. [2006?]. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/616.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2011.

MACHADO, A. Comando numérico aplicado as máquinas ferramenta. 3. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1989.

MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS. Disponível em: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/segmento/fornos-industriais/>. Acesso em: 20 jun. 2011.

MARQUES, P. V *et al*. Soldagem: fundamentos e tecnologia. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 363p.

MELO JR, A. da S.; Rodrigues, C. L. P. O risco de acidente de trabalho na indústria de panificação: o caso das máquinas de cilindro de massa. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/ind-panificacao.pdf. ENEGEP 2005>. Acesso em: 01 jul. 2011.

MENDES, R. Máquinas e acidentes de trabalho - Coleção Previdência Social. V13, 2001.

METALPLAN. Manual do Ar Comprimido. 4. ed. 2010. Disponível em: <http://www.metalplan.com.br/pdf/br2/manual_de_ar_comprimido.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

MICHAELIS. Moderno dicionário da língua portuguesa. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>. Acesso em: 27 abr. 2011.

ROSA, L. C. Torno e o processo de torneamento: Oficina mecânica para automação. UNESP, 2006.

SAAD, E. G. Introdução à engenharia de segurança do trabalho. São Paulo: Editora Fundacentro, 1981.

SCHULZ. Produtos. Disponível em: <http://www.schulz.com.br/produtos/produto.php?cdproduto=15>. Acesso em: 20 jul. 2011.

SENAI. MSST - Manual de segurança e saúde no trabalho – Indústria da panificação. Senai, 2005.

SENAI. RSSO – Regulamento de segurança e saúde ocupacional. Olimpíada do Conhecimento 2005. Senai, 2005.

SLACK, N. *et al*. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1999.

VILELA, R. A. G. Cadernos de Saúde do Trabalho: Acidentes do trabalho com máquinas – identificação de riscos e prevenção. Instituto Nacional de Saúde no Trabalho. CUT Brasil. São Paulo, 2000.

ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTR, 2002.

Referências das figuras

Figura 1.1: Torno mecânico.
Fonte: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=789367>
Acesso em: 03 mai. 2011.

Figura 1.2: Danos causados pela explosão de uma caldeira em Blumenau.
Fonte: <http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?tl=1&id=1115694&tit=Explosao-em-hotel-de-Blumenau>
Acesso em: 03 mai. 2011.

Figura 2.1: Profissional qualificado
Fonte: Dmitry Kalinovsky / shutterstock

Figura 3.1: Arranjo físico posicional
Fonte: <http://www.feg.unesp.br/~salomon/grad/et/aulas/arranjo-fisico.pdf>
Acesso em: 04 jun. 2011.

Figura 3.2: Arranjo físico linear.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3.3: Arranjo físico por processo.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3.4: Arranjo físico celular.
Fonte: <http://www.feg.unesp.br/~salomon/grad/et/aulas/arranjo-fisico.pdf>
Acesso em: 04 jun. 2011.

Figura 4.1: Piso limpo e livre de materiais.
Fonte: SESI. Segurança e saúde para trabalhadores da indústria de produtos de metal. Máquinas e equipamentos/ Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Brasília: SESI/DN, 2008.

Figura 5.1: Elevador de obra.
Fonte: <http://elevadordeobra.blogspot.com/2010/07/elevadores-de-obra.html>
Acesso em: 06 nov. 2011.

Figura 5.2: Guindaste de torre utilizado em portos.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1278811>
Acesso em: 26 jun. 2011.

Figura 5.3: Ponte rolante de capacidade 20 toneladas utilizada em pátio de máquinas.
Fonte: <http://talhasstahl.com>
Acesso em: 27 jun. 2011.

Figura 6.1: Empilhadeira elétrica.
Fonte: <http://www.cat-lift.com/tasks/sites/_cat/assets/Image/Mercury.jpg>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 6.2: Equilíbrio.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6.3: Distância entre o centro da carga e a base do garfo.
Fonte: Figura adaptada de <http://www.segurancaetrabalho.com.br/downloads-diversos.php> Apresentação: Empilhadeira: treinamento - Edson D. Silva.
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 6.4: Gráfico de centro de gravidade de carga no garfo x capacidade de carga.
Fonte: <http://www.mercadodaempilhadeira.com.br/paletrans/empilhadeiras_tracionarias/LamTec_PX1235_pal.pdf>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 6.5: Operador portando cartão de identificação.
Fonte: SESI. Segurança e saúde para trabalhadores da indústria de produtos de metal. Máquinas e equipamentos/ Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Brasília: SESI/DN, 2008.

Figura 7.1: Manutenção de carros
Fonte: Levent Konuk / shutterstock

Figura 8.1: Bloqueio da fonte de energia.
Fonte: <http://www.acclaimimages.com/search_terms/lockout_tagout.html>
Acesso em: 20 mai. 2011.

Figura 8.2: Cadeados.
Fonte: <http://www.seton-pt.com/cadeados-especiais-muito-leves-cadeados-seguranca.html>
Acesso em: 20 mai. 2011.

Figura 8.3: Dispositivo auxiliar para a multiaplicação de cadeados.
Fonte:<http://warehousenews.co.uk/wp-content/uploads/2011/01/HaspApp_6835Locks.jpg>
Acesso em: 20 mai. 2011.

Figura 8.4: Dispositivo auxiliar para bloqueio de válvula.
Fonte: <http://www.ferret.com.au/odin/images/159645/Adjustable-gate-valve-lockout-159645.jpg>
Acesso em: 20 mai. 2011.

Figura 8.5: Cartões de advertência.
Fonte: adaptado de <www.americanas.com>
Fonte das imagens originais:
<http://img.americanas.com.br/produtos/01/02/item/6973/2/6973273g1.jpg>,
<http://www.americanas.com.br/produto/6973681/sinalizacaoeseguranca/bloqueioetravamento/cartoes/cartoes-de-travamento-equipamento-travado-para-protecao>
Acesso em: 19 mai. 2011.

Figura 8.6: Exemplo de bloqueio
Fonte:< http://www.deenergize.com/?target=No-Tool_Universal_Circuit_Breaker_Lockout_Device_(PSL-CBNT)>
Acesso em: 03 jan 2012.

Figura 10.1: Furadeira manual linha hobby com destaque no ponto de agarramento.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 733143>
Acesso em: 29 mai. 2011.

Figura 10.2: Serra fita para madeira com o três segmentos de pontos.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/117341>
Acesso em: 29 mai. 2011.

Figura 10.3: Serra circular
Fonte:< http://pontapora.olx.com.br/serra-circular-esquadrejadeira-iid-144527485>
Acesso em: 04 jan. 2012

Figura 11.1: Eixo de transmissão de força com polia para enrolar cabo de aço sob tração.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 892572>
Acesso em: 12 jun. 2011.

Figura 11.2: Movimento rotativo de transmissão por correia plana.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 506266>
Acesso em: 12 jun. 2011.

Figura 11.3: Furadeira de precisão com movimento no ponto de operação.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 114545>
Acesso em: 12 jun. 2011.

Figura 11.4: Risco de prensagem por movimento retilíneo recíproco de plaina de mesa.
Fonte: ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTR, 2002.

Figura 11.5: Prensa hidráulica para conformação.
Fonte: <http://emcopressmaster.tradeindia.com/Exporters_Suppliers/Exporter17889.277829/Stamping-Forming-Press-Machine-.html>
Acesso em: 12 jun. 2011.

Figura 11.6: Braço de um robô de 5 eixos tipicamente utilizado em indústrias mecânicas.
Fonte: <www.chewypixels.com/robotArm_gallery.html>
Acesso em: 12 jun. 2011.

Figura 12.1: Exemplo de proteção.
Fonte: <http://mechanicalhandbook.blogspot.com/2011/03/protecao-e-seguranca-em-processos.html>
Acesso em: 21 jul. 2011.

Figura 12.2: Exemplo de proteção fixa.
Fonte: <http://www.norgren.com.br/pdfs/Normas%20aplicadas%20a%20maquinas_Fundacentro.pdf>
Acesso em: 21 jul. 2011.

Figura 12.3: Chave de segurança com bloqueio.
Fonte: <http://www.industry.siemens.com.br/automation/br/pt/seguranca-de-maquinas/chaves-de-seguranca/chaves-com-bloqueio/Pages/chave-com-bloqueio.aspx>
Acesso em: 22 jul. 2011.

Figura 13.1: Sensores de segurança.
Fonte: Adaptado de <http://samplecode.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/eusafe-br001_-pt-p.pdf>
Acesso em: 22 jul. 2011.

Figura 13.2: Barreira óptica.
Fonte: ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTR, 2002.

Figura 13.3: Cortina óptica.
Fonte: ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTR, 2002.

Figura 13.4: Cortina óptica em detalhes.
Fonte: <http://www.choicetech.com.br/Home.aspx/internas/794/Linha-Optica>
Acesso em: 22 jul. 2011.

Figura 13.5: Tapete de segurança.
Fonte: ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTR, 2002.

Figura 14.1: Prensa acionada por comando bimanual.
Fonte: SESI. Segurança e saúde para trabalhadores da indústria de produtos de metal. Máquinas e equipamentos/ Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. Brasília: SESI/DN, 2008.

Figura 14.2: Comando bimanual.
Fonte: <http://www.choicetech.com.br/Home.aspx/internas/2278/Comando-bi-manual>
Acesso em: 23 jul. 2011.

Figura 15.1: Prensa excêntrica e suas partes principais.
Fonte: <http://tecsafety.blogspot.com/2010/10/uma-das-maquinas-que-mais-mutilavam.html>
Acesso em: 11 out. 2011.

Figura 16.1: Guilhotina hidráulica de grande porte.
Fonte: <http://www.newton.com.br/produto_detalhe.php?ID_Produto=9>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 16.2: Medidas de segurança em uma guilhotina.
Fonte: <http://www.newton.com.br/produto_detalhe.php?ID_Produto=1>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 16.3: Intertravamento elétrico da grade de proteção.
Fonte: <http://www.newton.com.br/produto_detalhe.php?ID_Produto=1>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 16.4: Barreia de luz para proteção traseira.
Fonte: <http://www.newton.com.br/produto_detalhe.php?ID_Produto=1>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 17.1: Injetora de plástico com alguma das partes principais destacadas.
Fonte: <http://www.cheme.utm.my/polymer/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=43>
Acesso em: 19 jun. 2011.

Figura 17.2: Molde da injetora, em aço, divido em duas partes.
Fonte: <http://www.phnmoldes.com.br/servicos-fabricacao-de-moldes.html>
Acesso em: 19 jun. 2011.

Figura 18.1: Amassadeira de médio porte para homogeneizar 100kg de farinha por ciclo.
Fonte: <http://www.armazem2000.com.br/equipamentos/amassadeiras/amassadeira-espiral-100kg-inox-total.html>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 18.2: Cilindro para panificação, com destaque para o rolete obstrutivo.
Fonte: <http://www.armazem2000.com.br/equipamentos/cilindros/cilindro-medio-02-inox-total-e-mesa-inox.html>
Acesso em: 19 jul. 2011.

Figura 19.1: Conjunto de soldagem oxi-gás.
Fonte: http://www.profpc.com.br/Acetileno.htm
Acesso em: 12/07/2011

Figura 19.2: Equipamento típico para soldagem MIG/MAG.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1218306>
Acesso em: 12 jul. 2011.

Figura 20.1: Biombo com proteção UV para uso em atividade de soldagem.
Fonte: <http://www.dracmacomercial.com.br/gpage5.html >
Acesso em: 13 jul. 2011.

Figura 20.2: Exaustor portátil para soldagem em uso na soldagem MIG-MAG.
Fonte: <http://www.technofan.com.br/p-technofiltro.html>
Acesso em: 13 jul. 2011.

Quadro 20.1: Lentes de proteção para soldagem e corte ao arco elétrico.
Fonte: Adaptado de Marques, P. V *et al*. Soldagem: fundamentos e tecnologia. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 363p.

Figura 21.1: Torno universal, neste caso tipo horizontal, com a placa de fixação da peça destacada.
Fonte: <http://www.operatrizsp.com.br/ >
Acesso em: 17 jul. 2011.

Figura 21.2: Óculos de segurança em policarbonato de uso obrigatório em usinagem.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 1004663>
Acesso em: 17 jul. 2011.

Figura 21.3: Fresadora tipo universal utilizada em ferramentaria com destaque para a mesa móvel nos eixos x, y e z.
Fonte: <http://www.operatrizsp.com.br/>
Acesso em: 17 jul. 2011.

Figura 22.1: Máquina furadeira.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 114545>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 22.2: Brocas fabricadas em aço rápido, a ferramenta multicortante da furação.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 1004663>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 22.3: Serra manual e serra circular rotativa.
Fontes: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=view&id=%20876116>,
<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=336717>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 22.4: Operação de esmerilhamento de solda em estrutura metálica em campo.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/ 1219597>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 23.1: Torno CNC de fuso horizontal com destaque para o painel de controle numérico.
Fonte: <http://www.romi.com.br/mf_centur_30d000.0.html?&L=0>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 23.2: Centro de usinagem CNC de fuso vertical.
Fonte: <http://www.romi.com.br/mf_romid2000_00.0.html?&L=0>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 24.1: Forno convencional de refratário em formato de abóbada.
Fonte: <http:// www.sxc.hu/photo/ 750253>
Acesso em: 22 jun. 2011.

Figura 24.2: Forno mufla de refratário em formato quadrado, com peça em aquecimento.
Fonte: <http:// www.sxc.hu/photo/454186>
Acesso em: 22 jun. 2011.

Figura 25.1: Exemplos de ferramentas manuais, martelo, trena e estilete.
Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1004849>
Acesso em: 29 jul. 2011.

Figura 25.2: Exemplo de ferramenta motorizada elétrica, a furadeira.
Fonte: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=808943>
Acesso em: 29 jul. 2011.

Figura 25.3: Pistola de fincar pinos por cartucho com pólvora.
Fonte: <http:// http://www.dutramaquinas.com.br/produto/galeria.
asp?produtoID=11313#> Acesso em: 29 jul. 2011.

Figura 26.1: Compressor de pistão.
Fonte: <http://www.brucompressores.com.br/do/ProdutoInterno/71>
Acesso em: 18 jul. 2011.

Figura 27.1: Caldeira.
Fonte: <http://www.weco.ind.br/ManutencaoSite/Imagens/Novidades/FotoGrande_5P.JPG>
Acesso em: 15 ago. 2011.

Figura 27.2: Transformações de fase da matéria.
Fonte: <http://profmcastro.wordpress.com/2008/04/02/munique-e-a-calorimetria-i/>
Acesso em: 15 ago. 2011.

Figura 27.3: Caldeira flamotubular.
Fonte: CAMPOS, A.; TAVARES, J. da C.; LIMA, V. Prevenção e controle de risco em máquinas, equipamentos e instalações. 4. ed. Revista. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

Figura 28.1: Manômetro.
Fonte: <http://4.bp.blogspot.com/_JnDlZHquTv4/TEhaaV44OGI/AAAAAAAAAA4/vfxPkFy2EFQ/s1600/manometro.jpg>
Acesso em: 03 set. 2011.

Atividades autoinstrutivas

1. **Para se ter segurança em trabalhos com máquinas e equipamentos deve-se:**

a) Instalar dispositivos de segurança que evitem que as pessoas tenham contato com as partes móveis das máquinas e equipamentos;
b) Realizar a manutenção adequada das máquinas e equipamentos;
c) Treinar os operadores;
d) Atender aos itens de segurança estabelecidos pela a NR-12;
e) Todas as alternativas anteriores caracterizam medidas que devem ser adotadas para se ter segurança em máquinas e equipamentos.

2. **Os acidentes de trabalho que envolvem máquinas e equipamentos:**

a) Normalmente não tem nenhuma consequência grave;
b) Acarretam apenas em prejuízos materiais, pois os danos se limitam as máquinas e aos equipamentos envolvidos;
c) Podem originar danos materiais e/ou financeiros e causar lesões graves e até mesmo a morte de trabalhadores;
d) Quase não são observados no Brasil, pois sua ocorrência é rara;
e) São eventos normais, que acontecem na maioria das empresas e não podem ser evitados.

3. **Um engenheiro mecânico registrado no CREA é considerado pela NR-12:**

a) Profissional treinado;
b) Profissional capacitado;
c) Profissional informado;
d) Profissional legalmente habilitado;
e) Profissional educado;

4. **Quanto ao arranjo físico, é incorreto afirmar que:**

a) É a maneira como os recursos de uma organização estão localizados fisicamente;
b) Determina a forma como os materiais e informações fluem através de uma operação;
c) Podem ser classificados em posicional, linear, funcional ou celular;
d) As modificações feitas nos arranjos físicos não afetam a segurança do trabalho;
e) São definidos em razão do processo produtivo, do tipo e da quantidade de produtos a ser fabricados.

5. **Marque as alternativas como verdadeiras ou falsas, em relação ao planejamento do arranjo físico:**

( ) O arranjo físico deve ser planejado de forma a evitar os acidentes de trabalho;

( ) No planejamento do arranjo físico deve-se atentar para as áreas de circulação de pessoas e de transporte de materiais;

( ) Não é preciso definir distância mínimas entre máquinas, pois o acesso às máquinas são limitados e não oferecem riscos aos trabalhadores;

( ) A localização de sistemas de incêndio não tem relação ao planejamento do arranjo físico.

a) V, V, F, V
b) V, V, F, F
c) V, V, V, F
d) V, F, V, F
e) V, F, F, F

6. **Em relação aos pisos dos locais de trabalho, onde se instalam máquinas e equipamentos, e das áreas de circulação:**

a) Devem estar limpos apenas para não afetar o aspecto visual do local de trabalho;
b) Podem ser feitos de qualquer tipo de material, pois a resistência do piso independe da carga a que está sujeita;
c) Deve ser avaliado apenas do ponto de vista construtivo, pois não tem nenhuma relação com a segurança do trabalho;
d) Devem ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios;
e) Podem até ter ferramentas e materiais armazenados no chão, desde que estes estejam nas proximidades das máquinas e não interfiram em mais que 15% da área de circulação.

7. **Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para movimentação de materiais:**

a) A movimentação de materiais está amparada na NR-11 no respectivo Anexo 5;
b) A NR-11 é a norma que contempla segurança na operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas afins transportadoras;
c) A NR-12 é a norma que contempla a segurança na operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas afins transportadoras;
d) A NR-13 é a norma que contempla a segurança na operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas afins transportadoras;
e) Nenhuma das alternativas é verdadeira.

8. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para transporte e movimentação de materiais:

a) Os cabos de aço não necessitam de inspeção permanentemente devido a sua robustez;

b) Os poços de elevadores e monta-cargas deverão ser cercados, solidamente, em toda sua altura, exceto as portas ou cancelas necessárias nos pavimentos;

c) A carga máxima do equipamento só precisa estar indicada nos monta-carga;

d) A carga máxima do equipamento só precisa estar indicada nos elevadores;

e) Nenhuma das alternativas é verdadeira.

9. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para transporte com ponte rolante:

a) É um dispositivo muito utilizado para elevação de carga no sentido horizontal;

b) Existe a necessidade da sinalização luminosa para indicar sua movimentação;

c) Os limitadores de carga para carga máxima são totalmente dispensáveis;

d) Existe a necessidade da sinalização sonora que deve estar conectada a partida da ponte para indicar sua movimentação;

e) Nenhuma das alternativas é verdadeira.

10. Em relação às empilhadeiras, podemos afirmar que:

a) São equipamentos destinados a movimentar cargas e elevar pessoas;

b) Podem ser conduzidos por qualquer trabalhador da fábrica;

c) A escolha da empilhadeira depende do tipo de carga que será transportada;

d) Podem transportar qualquer quantidade de carga, desde que conduzida com baixa velocidade;

e) Se o operador da empilhadeira não estiver transportando nenhuma carga, ele pode dar carona para até um trabalhador.

11. Quanto à condução de empilhadeiras, podemos afirmar que:

a) Os operadores de empilhadeira devem conduzir este equipamento portando um cartão de identificação, em lugar visível;

b) O cartão de identificação de operador de empilhadeira tem validade de dois anos;

c) Qualquer operador pode conduzir uma empilhadeira, desde que seja maior de 18 anos;

d) Em locais fechados, dá-se preferência para o uso de empilhadeiras movidas a combustíveis fósseis;

e) Não é preciso fazer verificações na empilhadeira, pode-se esperar até que algum de seus componentes se quebre para então substituí-lo.

12. Quanto à manutenção de máquinas e equipamentos, podemos afirmar que:

a) É uma atividade simples de ser realizada, que não acarreta riscos aos trabalhadores que a executam;

b) São realizadas exclusivamente para fabricar produtos com boa qualidade;

c) Tem por finalidade garantir somente que as máquinas e equipamentos não tenham paradas indesejadas e não atrasem a produção;

d) Existem apenas dois tipos de manutenção: a corretiva e a preventiva;

e) Máquinas em condições precárias de manutenção podem oferecer riscos aos trabalhadores.

13. Assinale a alternativa correta:

a) Trocar um eixo quebrado de uma máquina é um exemplo de manutenção preventiva;

b) Não existe diferença entre manutenção preventiva e manutenção preditiva;

c) A manutenção preventiva tem como objetivo prevenir a ocorrência de falhas, realizando intervenções nos equipamentos em intervalos pré-planejados;

d) A manutenção corretiva faz o monitoramento regular das condições dos equipamentos, proporcionando-lhes mais tempo em operação sem intervenções.

e) A manutenção preditiva permite que a máquina opere até que se quebre, de maneira que a manutenção é realizada somente após a falha ocorrer.

14. Antes de iniciar qualquer reparo, limpeza ou intervenção em uma máquina, é necessário:

a) Interromper o fornecimento de energia da máquina, sendo esta uma medida suficiente para se prevenir acidentes;

b) Somente sinalizar que a máquina está em processo de manutenção, utilizando-se cartões de advertência;

c) Bloquear as fontes de energia utilizando-se cartões de advertência.

d) Interromper o fornecimento de energia, bloquear a fonte de energia e sinalizá-la, de forma a evitar que a máquina seja inadvertidamente acionada;

e) Realizar o trabalho em dupla, o que dispensa a adoção de qualquer outra medida de segurança.

15. Sobre o bloqueio de fontes de energia, podemos afirmar que:

a) Pode ser realizado utilizando-se qualquer tipo de cadeado;

b) É realizado utilizando-se cartões de advertência;

c) Não pode ser realizado por mais de um funcionário ao mesmo tempo;

d) Os cadeados especiais bloqueiam todos os tipos de fonte de energia, dispensando o uso de qualquer outro dispositivo.

e) Pode ser realizado utilizando-se cadeados especiais, dispositivos auxiliares, correntes e bloqueios de válvulas.

16. Sobre a manutenção de máquinas e equipamentos, a NR-12 estabelece que:

a) É necessário registrar, em livro próprio, as manutenções corretivas e preventivas realizadas em uma máquina;

b) As atividades de manutenção preventiva, que ofereçam risco de acidente aos trabalhadores, devem ser planejadas e gerenciadas por profissional legalmente habilitado;

c) As máquinas devem ser submetidas à manutenção preventiva e corretiva, com periodicidade determinada pelo fabricante;

d) Sempre que se detectar qualquer defeito em peça ou componente de uma máquina, que venha a comprometer a segurança dos trabalhadores, deve-se providenciar a sua reparação ou substituição imediata;

e) Todas as alternativas acima são requisitos de segurança estabelecidos pela NR-12.

17. Marque a alternativa correta a respeito de perigo inerente, os quais são característicos dos mecanismos e respectivos movimentos na maquinaria:

a) Falta de equilíbrio no fluxo de produção;

b) Jornada ou ritmo de trabalho excessivos;

c) Indisciplina do operador;

d) Da falta de organização na área de trabalho;

e) Todas as alternativas são falsas.

18. Os agrupamentos de pontos perigosos em uma máquina podem ser divididos em grupos, onde é correto afirmar:

a) Transmissão de movimento ou força, ponto de operação e partes móveis auxiliares;

b) Transmissão de movimento ou força, pressão e partes móveis auxiliares;

c) Transmissão de movimento ou força, velocidade e ponto de operação;

d) Ponto de operação, viscosidade e partes móveis auxiliares;

e) Nenhuma das alternativas é verdadeira.

19. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para gama de movimentos em máquinas:

a) Rotativo, curvilíneo e retilíneo recíproco;

b) Rotativo, retilíneo recíproco e radial/vertical/horizontal como de braços robóticos articulados;

c) Tangencial, curvilíneo e articulado de braços robóticos;

d) Somente movimento rotativo;

e) Todas as alternativas citadas são verdadeiras.

20. Sobre as proteções podemos afirmar que:

a) São fitas de segurança utilizadas para sinalizar e isolar uma máquina que está em manutenção;

b) A proteção tipo barreira é um anteparo que se interpõe entre o perigo e o operador, de modo a garantir segurança na operação;

c) Existem exclusivamente na forma de barreira fixa;

d) Na NR-12 não há nenhum item de segurança que trate das proteções;

e) Não se encontram associadas a nenhum tipo de dispositivos.

21. Marque as alternativas como verdadeiras ou falsas, em relação aos sistemas de segurança:

( ) Dispositivo de intertravamento é um dispositivo que impede o funcionamento de elementos de uma máquina, quando a proteção é retirada ou aberta;

( ) Chaves de segurança com bloqueio, apesar do seu nome, são exemplos de dispositivos de intertravamento sem bloqueio;

( ) As proteções podem ser fabricadas em qualquer tipo de material;

( ) A proteção deve ser do tipo fixa mesmo quando a zona de perigo da máquina precisa ser acessada várias vezes durante o turno de trabalho.

a) V, F, F, F

b) V, V, V, V

c) V, F, V, V

d) V, F, F, V

e) F, F, F, F

22. Sobre os sensores de segurança, podemos afirmar:

I. São considerados pela NR-12 como sendo dispositivos de segurança;

II. Atuam quando uma pessoa ou parte de seu corpo entram na zona de perigo de uma máquina;

III. As chaves de segurança, as barreiras ópticas e os tapetes sensíveis a pressão são exemplos de sensores de segurança;

a) Todas as alternativas estão corretas;
b) Somente a alternativa II está correta;
c) As alternativas II e III estão corretas;
d) Nenhuma das alternativas está correta;
e) As alternativas I e II estão corretas.

23. Sobre a cortina óptica podemos afirmar que:

a) É um pano colocado sobre a máquina quando ela está desligada;
b) É acionada por pressão;
c) É muito aplicada em prensas ou equipamentos similares;
d) Quando o trabalhador põe a mão na área de risco, a cortina de luz é acionada, dando um leve um choque elétrico no operador, sem, no entanto, lhe causar ferimentos graves;
e) Por ser muito cara, é preferível deixar que os trabalhadores corram riscos de acidente do que instalá-la.

24. Podemos entender o comando bimanual como sendo:

a) Um dispositivo que deve ser acionado por duas pessoas ao mesmo tempo;
b) Um dispositivo de acionamento de máquinas e equipamentos, que tem como objetivo manter as duas mãos do operador ocupadas e fora da área de perigo;
c) Um sensor de segurança que atua quando as duas mãos do operador adentram a zona de perigo de uma máquina ou equipamento;
d) Um botão de emergência que precisa ser acionado com as duas mãos;
e) Um dispositivo de intertravamento que precisa ser acionado com as duas mãos;

25. Em relação com aos comandos bimanuais, é correto afirmar que:

a) Apenas um dos botões pode acionar o ciclo da máquina;
b) Não existe nenhuma exigência quanto à distância estabelecida entre os botões de acionamento;
c) Estão instalados/fixados exclusivamente nas máquinas;
d) Devem ser projetados de forma que não possam ser burlados;
e) Podem estar instalados/localizados em qualquer ponto da máquina.

26. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta quanto a prensas e máquinas similares:

a) Máquinas similares são aquelas com riscos iguais aos da prensa, mas que apresentam funções diferentes aos deste equipamento;

b) As prensas e os equipamentos similares têm aplicação limitada na indústria mecânica;

c) As prensas e os equipamentos similares devem possuir dispositivos de parada de emergência que garantam a parada segura do seu movimento;

d) O martelo ou punção são partes fixas destes equipamentos, permanecendo em uma única posição durante o funcionamento da máquina

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

27. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para guilhotinas:

a) A proteção lateral não precisa ser utilizada em guilhotinas;

b) A proteção do tipo fixa é a única que não pode ser utilizada em guilhotinas;

c) O uso da proteção traseira não é necessário em guilhotinas, somente em prensas;

d) O uso de intertravamento elétrico da proteção frontal/ lateral com o circuito da máquina é uma medida adicional de segurança;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

28. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para as injetoras:

a) Na injetora elétrica o acionamento dos eixos é por circuito hidráulico;

b) A região de trabalho da injetora não precisa ser isolada por porta, por não apresentar risco;

c) No estado de parada segura, medidas adicionais de segurança são tomadas para evitar disparo ou movimentação inesperada;

d) No processo de injeção é que são retiradas as peças prontas;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

29. Assinale a alternativa que contém duas partes de uma injetora:

a) Unidade de injeção e assento do operador;

b) Extrator e cesto de resíduos;

c) Placa de fixação do molde e assento do operador;

d) Funil e unidade de injeção;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

30. Assinale a alternativa correta para requisitos de segurança nas injetoras:

a) As partes móveis do conjunto injetor devem receber proteções fixas ou proteção móvel;

b) As proteções móveis intertravadas-portas, devem proteger contra outros movimentos, mas quando forem abertas, não há necessidade de interromper o ciclo;

c) Na área de fechamento não há necessidade de proteção fixa ou móvel;

d) Para o cilindro de plastificação não há risco de queimadura pela temperatura ser muito baixa;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

31. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa que relaciona os principais riscos para os equipamentos cilindro e amassadeira:

a) A inversão do giro dos cilindros tracionados é livre e é controlada pelo operador;

b) O acesso à zona de trabalho dos cilindros somente deve ser possível quando o movimento do cilindro tracionado superior tenha parado totalmente;

c) Na operação do cilindro, o trabalhador fica posicionado na sua região inferior;

d) Na amassadeira, o acesso à zona do batedor é livre e aberta para o operador colocar a mão;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

32. Assinale a alternativa correta para soldagem oxi-gás:

a) O cilindro de acetileno pode ter cor verde ou preta enquanto o de oxigênio deve ter cor bordô;

b) O equipamento é composto de cilindro de oxigênio e gás combustível, reguladores de pressão-vazão, mangueiras e maçarico;

c) O cilindro de acetileno e também o de oxigênio podem ter cor verde ou preta;

d) Ao montar o regulador de pressão-vazão no cilindro, deve-se usar graxa ou óleo;

e) É um processo de fonte de energia elétrica.

33. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para segurança em soldagem com fonte de energia elétrica:

a) É importante utilizar no mínimo: avental de segurança, luvas de raspa de couro, máscara ou escudo com lente de proteção e filtro;

b) Somente a utilização da luva de raspa de couro é suficiente;

c) Somente a utilização as máscara ou escudo com proteção e filtro é suficiente;

d) Somente a utilização da luva de raspa de couro e óculos de policarbonato é suficiente;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

34. Marque a alternativa correta com relação ao local de trabalho em soldagem ao arco elétrico:

a) A quantidade de calor gerada pelo arco é muito pequena, não havendo risco de incêndio ou explosão;

b) O arco é uma fonte de calor mecânica, por isso não há risco de incêndio ou explosão;

c) É necessário equipamento de combate a incêndio somente na área de solda, na de corte não;

d) O calor que resulta do arco elétrico e as suas irradiações, por escórias quentes e por faíscas, pode causar incêndios e explosões;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

35. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta com relação ao local de trabalho em soldagem ao arco elétrico:

a) A ventilação do local de trabalho não é de suma importância, pois não há geração de fumos/fumaça;

b) Como os processos baseados em arco elétrico são parecidos, a ventilação não depende especificamente da aplicação do processo;

c) Os cilindros dos gases de proteção devem sempre ser mantidos em posição horizontal para não emitir fumos;

d) Substâncias potencialmente nocivas podem existir em fluxos, revestimentos e metais de adição ou podem ser liberadas durante o processo;

e) Todas as alternativas citadas são falsas.

36. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para fundamentos dos processos de usinagem:

a) O termo usinagem envolve também processos de união de materiais;
b) Na usinagem a matéria-prima tem nome de cavaco;
c) São três exemplos de máquinas para usinagem: furadeira, torno e fresadora;
d) Os processos de usinagem só podem ser executados em máquinas convencionais;
e) Todas as alternativas citadas são falsas.

37. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para segurança em torneamento:

a) A proteção de placa do torno é um item dispensável em tornos convencionais;
b) O operador não deve tocar nos cavacos com as mãos durante a usinagem;
c) O sentido de rotação da placa não representa risco;
d) As verificações dimensionais da peça podem ser realizadas com a máquina em movimento;
e) Todas as alternativas citadas são falsas.

38. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para fresamento:

a) As ferramentas utilizadas são do tipo monocortantes;
b) As medições e rebarbações podem ser realizadas com a máquina em movimento;
c) Como não há remoção de cavacos não é necessário utilizar óculos de proteção;
d) Operador que tenha cabelos longos deverá utilizar permanentemente rede protetora ou recurso adequado, sendo proibido o uso de bonés;
e) Todas as alternativas citadas são falsas.

39. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para segurança na furação:

a) O operador pode furar a peça sem necessidade de fixar a mesma;
b) Prender sempre a peça a ser furada firmemente de forma a evitar o giro e dobra da mesma;
c) O operador avalia a necessidade de fixar ou não a peça a ser furada;
d) Para furações pequenas não é necessário usar óculos de proteção em policarbonato;
e) Todas as alternativas citadas são falsas.

40. Marque as alternativas como verdadeiras ou falsas, em relação aos processos de usinagem:

( ) No processo de esmerilhamento não há risco de incêndio, uma vez que o processo não resulta em emissão de fagulhas;

( ) A ferramenta utilizada para realizar a furação é o bits;

( ) No processo de serramento, o operador deve tomar cuidado com os cantos vivos da chapa de metal após atividade de corte;

( ) Em policorte não há necessidade de proteção do disco de corte.

a) F, F, F, F
b) F, V, F, V
c) F, V, V, V
d) F, F, V, F
e) F, V, V, F

41. Julgue as sentenças abaixo e marque a alternativa correta para segurança em centros de usinagem CNC:

a) Testar a máquina CNC no modo de usinagem em vazio e simulação rápida antes da usinagem;
b) A fixação da peça não é importante, uma vez que a máquina controla esta etapa;
c) Não é necessário manter a porta de proteção da máquina fechada porque os cavacos são sugados;
d) Não é necessário utilizar óculos de segurança;
e) Todas as alternativas citadas são falsas.

42. Assinale a alternativa correta com relação ao trabalho em fornos:

a) Alto forno é um forno de altura em torno de 2,5m para cozer pão;
b) Incinerador é o forno utilizado para tratamento térmico em metais;
c) Os fornos para qualquer utilização devem ser construídos em metal sem necessidade de refratário;
d) Os fornos devem ser dotados de chaminé, suficientemente dimensionada para a livre saída dos gases queimados;
e) A NR-15, Anexo III, trata basicamente do isolamento térmico dos fornos;

43. Marque as alternativas como verdadeiras ou falsas, em relação à segurança do trabalho com ferramentas manuais e motorizadas:

( ) Uma ferramenta manual é aquela ferramenta que não exige esforço do homem;

( ) A organização e os estado das ferramentas não interfere no risco da ocorrência de acidentes;

( ) As ferramentas acionada por explosivo são baseadas em armas de fogo, são destinadas a fincar pinos em materiais como concreto;

( ) São três exemplos de ferramentas manuais: chave de boca, pinça e martelo;

( ) Não há necessidade de treinar o operador para o uso de ferramentas motorizadas, já que o uso do equipamento é intuitivo.

a) F, F, V, V, F
b) F, V, V, V, V
c) V, V, V, V, V
d) F, V,V,V, F
e) V, V, V, V, F

44. Assinale a alternativa correta em relação ao trabalho com compressores:

a) Comercialmente só existem dois tipos de compressores, de pistão e de parafuso;
b) Ao substituir um compressor em uso, por outro maior, não é necessário verificar se a rede de ar atual suporta o novo produto, pois a mesma é padrão;
c) Os compressores são máquinas simples e podem ser ligados direto à rede elétrica, sem necessidade de chave de partida ou proteção;
d) O ar comprimido é uma forma de energia, resultado da compressão do ar ambiente;
e) O volume de ar necessário ao trabalho é verificado em PCM (partes cúbicas por milhão);

45. Para efeitos da NR-13, são consideradas caldeiras a vapor:

a) Equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão inferior a atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo;

b) Equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior a atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo;

c) Equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão igual a atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo;

d) Equipamentos destinados a produzir vapor sob pressão superior a atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo;

e) Equipamentos destinados a acumular vapor sob pressão superior a atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os refervedores e equipamentos similares utilizados em unidades de processo;

46. Sobre os componentes e instrumentos de uma caldeira a vapor, podemos afirmar que:

a) Pressostatos são instrumentos utilizados para controlar a pressão dentro de uma faixa admissível de operação;

b) Manômetros são instrumentos utilizados para controlar a temperatura dentro de uma faixa admissível de operação;

c) Termostatos são instrumentos utilizados para medir a temperatura da água de alimentação de uma caldeira;

d) Válvula de segurança é um dispositivo de desarme da caldeira, acionado voluntariamente pelo operador em caso de emergência;

e) A NR-13 não exige a existência de instrumentos que indiquem a pressão do vapor acumulado de uma caldeira.

47. Em relação à PMTA- Pressão Máxima de Trabalho Admitida, podemos afirmar que:

a) É um parâmetro de pouca importância para uma caldeira;

b) A caldeira deve sempre trabalhar com pressão superior a PMTA, para que se tenha a maior produção de vapor possível;

c) É o maior valor de pressão compatível com o projeto e a resistência da caldeira;

d) É o menor valor de pressão que uma caldeira deve trabalhar;

e) Não há riscos para a segurança do trabalho, caso a pressão da caldeira supere a PMTA.

48. Quanto aos riscos envolvidos em uma caldeira, podemos afirmar que:

a) O único risco envolvido em uma caldeira é o de explosão;

b) Explosão, incêndio, choque elétrico e intoxicações são os únicos riscos envolvidos;

c) Explosão, incêndio, choque elétrico, intoxicações, queda e ruído são os únicos riscos encontrados;

d) São inúmeros os riscos de acidente envolvidos em uma caldeira, mas o de explosão é o mais significativo;

e) São riscos de baixa significância, que não despertam preocupação;

49. De acordo com a NR-13, as caldeiras são classificadas em:

a) Flamotubulares, aquotubulares e elétricas;

b) Flamotubulares e aquotubulares;

c) Categorias A, B e C;

d) Categorias, A e B;

e) Categorias, A, B, C e D.

50. Marque as alternativas como verdadeiras ou falsas, em relação à segurança do trabalho em caldeiras:

( ) Fazendo-se o planejamento dos requisitos de segurança de uma caldeira em suas fases de projeto, operação e manutenção, garante-se segurança total deste equipamento;

( ) Ao completar 25 anos, as caldeiras devem ser submetidas a uma rigorosa avaliação;

( ) Não há requisitos para que um trabalhador opere uma caldeira.

( ) Toda a caldeira a vapor deve estar obrigatoriamente sob operação e controle de operador de caldeira

a) F, V, V, V

b) F, V, F, V

c) V, V, F, V

d) V, V,V, V

e) V, F, V, V

Currículo dos professores-autores

Monica Beltrami

Graduada em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná (2006), com mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2009) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2011). Atualmente é professora de ensino básico, técnico e tecnológico, e coordenadora do curso Técnico em Segurança do Trabalho (EaD) do Instituto Federal do Paraná. Tem experiência industrial em planejamento da produção mecânica e engenharia de qualidade.

Gismar Schilive de Souza

Graduado em Tecnologia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2004), com mestrado em Engenharia de Materiais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2010). Atualmente é doutorando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, na área de Materiais. É professor de ensino básico, técnico e tecnológico, e coordenador do curso de Técnico em Mecânica do Instituto Federal do Paraná, Campus Campo Largo. Tem experiência industrial na área de projetos e desenvolvimento de produtos, analista de processos e engenharia de processos.

Anotações

Anotações